

MITSUBISHI
Changes for the Better

家庭から宇宙まで、エコチェンジ
eco Changes

三菱電機技報

12

2011

Vol.85 No.12

特集 「“グローバル環境先進企業”への環境技術」

環境ビジョン2021

技術と行動で
人と地球に貢献する

低炭素社会

循環型社会

生物多様性保全への対応
自然との共生、環境マインドの育成

体質強化

(高効率な生産:
自らを律する)

社会貢献

(事業での貢献・環境マインド:
社会のお役に立つ)

環境先進企業
永続的企業



目 次

特集「グローバル環境先進企業」への環境技術	
“21世紀のミッション”と“企業の役割”	1
末吉竹二郎	
“グローバル環境先進企業”への環境経営	2
山下光二	
生産時のCO ₂ 排出量削減に向けて	9
山口 博	
デマンド監視システムによる節電対策	14
豊国明子・藤原成光	
オフィスビル省エネシミュレーション技術	18
川岸元彦・竹内浩一	
三菱電機グループの製品環境配慮施策の方向性	22
田中基寛	
次世代家電リサイクル技術	26
山田 朗・椋宗宗明	
水資源のサステナビリティを支える高度浄化技術	30
古川誠司・安永 望・和田 昇・尾台佳明・宮下章志	
製品含有化学物質情報管理の課題とシステム化	34
植熊弘子・藤本慎一・丹羽由樹子・飯尾範彦・福田恵子	
化学物質規制と環境技術戦略	38
宇佐美 亮	
次世代冷媒への展望	43
平原卓穂	
環境ステートメント“エコチェンジ”を活用した コミュニケーション戦略	47
片山泰治	
三菱電機グループの 環境マインドの育成と生物多様性の理解	51
磯貝吉男	
特許と新案	
「系統連系インバータ装置及び波形発生装置」	
「エレベータおよびその制御装置」	55
「電動機の速度制御装置並びに速度及び位置制御装置」	56
三菱電機技報85巻総目次	57

スポットライト

プレミアム高効率IPMモータ“MM-EFSシリーズ”



表紙：グローバル環境先進企業を目指す、三菱電機グループの環境経営のコンセプト

表紙は、三菱電機が創立90周年を迎えた2011年に発表した、当社グループの環境経営のコンセプトを表している。“グローバルで、豊かな社会構築に貢献する環境先進企業”を目指すとき、「環境先進企業」とは、自らを律してムダのない高効率な生産活動を行う「体質強化」と、本業である事業・製品・サービスにおける「社会貢献」であると捉えている。すなわち「もはや環境配慮・環境貢献への視点を欠く製品や事業はあってはならない」との決意表明である。本号では、環境経営の両輪である「体質強化」と「社会貢献」の双方について、基幹となる環境マネジメント技術及び施策と、製品関連の最新技術について特集した。

巻/頭/言

“21世紀のミッション”と“企業の役割” The 21st Century's Mission and the Role of Business

末吉竹二郎
Takejiro Sueyoshi



世紀が入れ替わって早10年。21世紀に背負うべきミッションがあるとすれば一体どんな歴史的使命なのだろうか。そして、そのミッションの遂行のために企業が果たすべき役割とは何だろうか。少し考えてみたい。

21世紀のミッションを考える上で重要なのが20世紀の評価である。確かに20世紀は多くの人々を便利で豊かな生活へと誘った。史上最高のモノの豊かさの中で寿命は伸び世界人口はついに70億人の大台に乗った。この“功”は素晴らしい。

一方、その陰で前代未聞の地球規模の問題を引き起こしたものと同じ20世紀である。気候変動、水の危機、食糧問題、自然資源の枯渇、生物多様性の劣化、さらには、貧困の拡大、などなど。この“罪”はとてつもなく大きい。

功罪相半ばするが、こと地球問題に関しては悪貨が良貨を駆逐し始めた。このままでは経済の土台であり、すべての生き物の住処(すみか)である地球環境が崩壊しかねない。

そんな危機感を持って振り返ってみると、20世紀の経済はどこか間違っていた。経済が大きくなればなるほど豊かになると皆が信じ込み、地球環境やエコロジーへの配慮に欠けていた。ひたすら成長を追い求める中で、気が付けば足元の土台が壊れ始めていたのである。人々が反省と批判を込めて20世紀の経済を“ブラウン経済”(ブラウンは環境無視など負のイメージ)と呼ぶゆえんである。

こんな風に見てみると、21世紀のミッションは何と言ってもブラウン経済からの脱却が第一である。と同時に、地球の能力の限界の中でも十分やっていける持続可能な社会を目指す“グリーン経済”的な創出、これが第二である。この“ブラウン経済からグリーン経済への転換”こそが21世紀の歴史的使命であると考えたい。

言うまでもなく、ブラウン経済からグリーン経済への転換にあっては、かつての重厚長大型、エネルギー／資源多消費型から、省エネルギー・新エネルギー・省資源・循環型・高度技術などなどのいわゆるグリーン産業への転換が不可欠である。

だが、それ以上に大事なことがある。それは経済の中ににおける企業の役割の再点検である。なぜならば、この豊かさをもたらしたのも、地球問題を引き起こしたのも同じブ

ラウン経済であり、企業はそのブラウン経済のメインプレイヤーとしてその在り方に深くかかわっていたからである。

あえて言おう。20世紀の企業経営は“我が社だけの利益の極大化”にのめり込み過ぎ、外部不経済に全く関心を持たなかった。自社の製品やサービスのもたらすベネフィットの向上には熱心だが、それが生み出す社会コストの増加、なかんずく、環境や地域などへの追加的負荷には見向きもしなかった。それは短期利益主義、排他的ビジネスモデル、環境破壊型の企業経営の典型であった。その結果がブラウン経済である。

これに対して、グリーン経済を支える企業経営は、長期利益主義、包括的ビジネスモデル、環境保全型でなければならない。そのためにはCEOの頭の中の転換が不可欠となる。21世紀は財務業績だけではダメ。環境配慮(E)、社会的責任(S)、ガバナンス(G)(これらを総称してESG問題という)といった非財務的要素をメインストリーム化し、その成果である“社会業績”をも追求すべきだ。そう、これから企業経営は財務業績と社会業績の二兎を追う“ESG経営”なのである。

折しも2012年はリオサミットから満20年を迎える。世界では地球を守るために議論が熱を帯びて行く。加えて“衡平、公正、正義、格差是正”を求める社会の声は高まるばかりだ。

こうした状況下、21世紀社会が技術に高い可能性を秘める企業に望むのは“問題の解決”であり、より顔の見えるオープンな形での社会への関与ではないだろうか。自社の技術を誇示し守るだけの20世紀的な姿勢を抜け出し、たとえ、未完の技術であってもその目指す先を語りかけるなど、社会との対話を広げ問題解決への参加姿勢を明確にし、社会の審判を仰ぎながら進むスタイルが重要となるだろう。三菱電機グループの“環境行動レポート2011”を紐(ひも)解くと、“グローバル環境先進企業”たらんとする意気込みが随所に感じられ、“問題の一部”には決してならないとの決意が表明されている。グリーン経済を構築する21世紀型のプレイヤーとして立ち現れ、真の実りを社会にもたらし続ける存在となることを期待したい。

巻頭論文



“グローバル環境先進企業”への環境経営

Environmental Management for becoming a Global, Leading Green Company

Koji Yamashita

要 旨

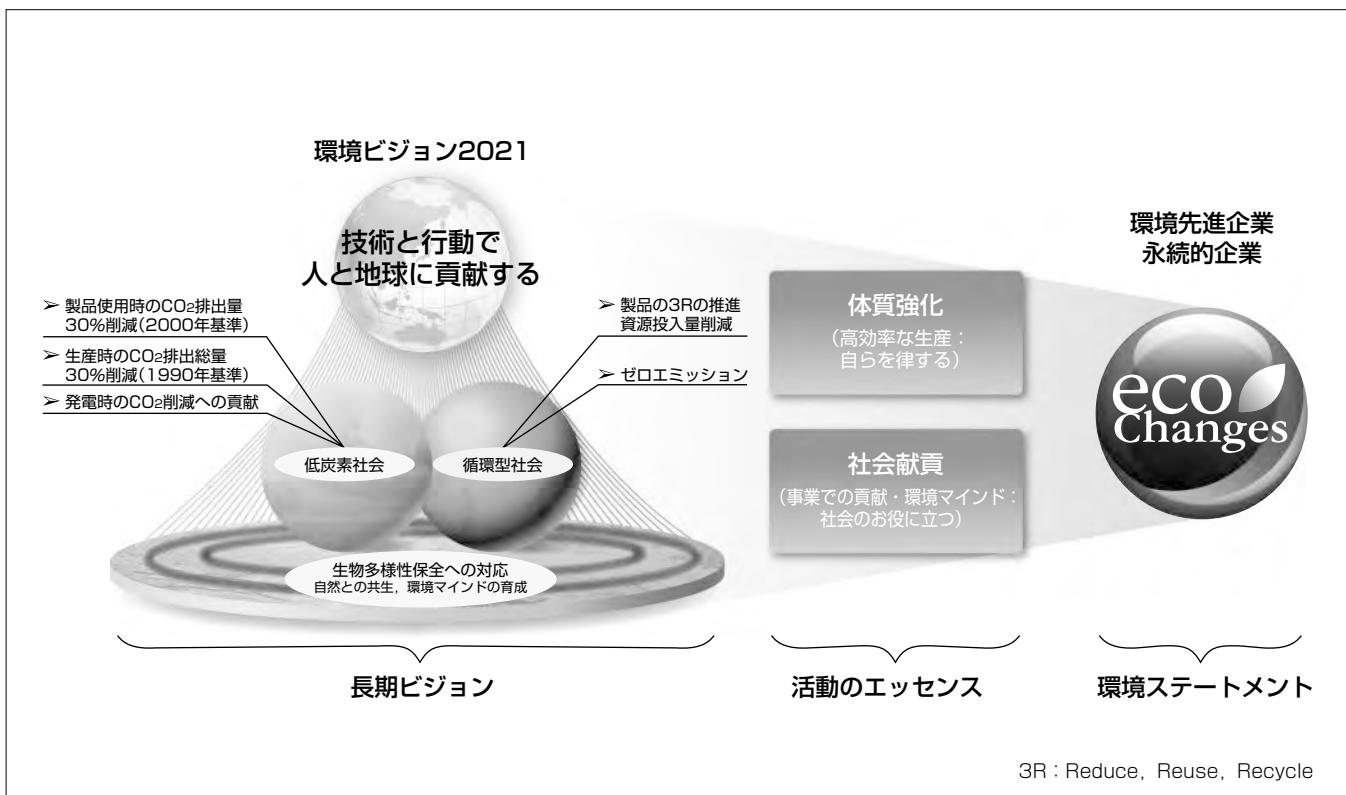
三菱電機は、当社グループ環境経営の長期ビジョン“環境ビジョン2021”を2007年に策定し、この実現に向け中期計画“第6次環境計画”を実施中で、2011年度はその最終年度に当たる。2011年に創立90周年を迎える、当社は、“グローバルで、豊かな社会構築に貢献する環境先進企業”を目指すことを宣言し、長期ビジョンのもと、“体質強化”と“社会貢献”を活動のエッセンスとする“環境先進企業”を目指した“環境経営の姿”を明確にした。体質強化とは“エネルギー効率”と“資源効率”を極限まで高める生産を追求することであり、社会貢献とはすべての製品・サービス・事業で低炭素社会、循環型社会の実現に貢献することを目指すことである。

この間、“体質強化”面では“生産時CO₂削減”への取り組みの中で“生産性向上”活動と一体化した急速で本格的なス

テップアップを実現し、“社会貢献”面では、当社経営戦略中の“成長戦略”で環境への貢献が中心的に位置付けられるなど、“本業での環境経営”は実質的で堅固な基盤を確立した。

この実現には、“長期ビジョンの保有”によるバックキャスティングと、事業本部制の組織構造をそのまま環境マネジメント組織として活用し、“環境計画”を全組織の“環境実施計画”的“目的”として共有するという当社グループEMS(Environment Management System：環境マネジメントシステム)の“統合的運用”が重要な役割を果たした。

今後は、このマネジメントシステムの技術的特徴を踏まえながら、“グローバル経営”的進展による社会的ニーズの変化への対応を強化していく。



当社グループの環境経営のコンセプト

2011年、創立90周年を迎えた当社は、当社グループの“環境経営”的コンセプトを明確にした。図の左側の2007年10月に発表した環境経営長期ビジョン“環境ビジョン2021”は、創立100周年にあたる2021年にあるべき姿を現し、生産時のCO₂排出総量30%削減など厳しい数値目標を立てている。図中央の“体質強化”と“社会貢献”は、活動のエッセンスであり、これを両輪として経営を進める姿を示す。図の右側は2009年6月に策定した“環境ステートメント(エコ changes)”で、こうした取り組み姿勢をグループ内外のステークホルダーと共有し環境先進企業・永続的企業を目指す。

1. まえがき

当社は2021年2月に創立100周年を迎える。2011年は90周年に当たり、自らの来し方を省み、100周年に向けたこれから10年間を展望しようとしている。この100周年を目標年とする環境経営の長期ビジョン“環境ビジョン2021”を掲げており⁽¹⁾⁽²⁾、10年後にはその達成如何(いかん)が問われる。まさに、当社における“本業での環境経営”的成否の正念場であり、その先の未来へもつながる企業としての持続可能性を確かなものにする期間であると考えている。2011年7月に公表した“環境報告”中で、当社グループの“環境経営”的コンセプトを、社内外に理解を得られやすいように一つの姿に整理した(要旨の図)⁽³⁾。

本稿では、この当社グループの“環境経営のコンセプト”的姿と、当該コンセプトが構築されるに至った“環境マネジメントシステム”的技術的特徴を2点取り上げ、今まで得られた効果・意義を主要な構成要素ごとに述べる。そして、10年後(100周年)のエポックを念頭に置いて、今後検討すべき環境マネジメントの課題について考察する。

2. “環境経営のコンセプト”的姿

2.1 コンセプトの3つの要素

当社は2011年7月1日に“環境報告”を公開し、その中の“グローバル環境先進企業を目指す環境経営”で当社グループの“環境経営”的コンセプトの本質を明らかにした⁽³⁾(要旨の図)。これは、“長期ビジョン(環境ビジョン2021)”, “活動のエッセンス(体質強化と社会貢献)”, “環境メント(エコチェンジ)”という3つの要素を結びつけたものである。長期ビジョンを持って、これに基づく“体質強化”と“社会貢献”的活動を続けることによって、環境先進企業・永続的企业を目指すという姿勢を表現している。

長期ビジョン保有の効果については3章で述べることとし、この章では、活動のエッセンスと環境メントを中心にして、今まで到達した環境経営の状態について俯瞰(ふかん)する。

2.2 活動のエッセンス“体質強化”

総合電機メーカーである当社にとって、体質強化とは、“製造(ものづくり)”の効率を極限まで高める活動を指す。“できるだけ少ないエネルギーを使用しての生産”と“できるだけ資源のムダの発生しない生産”，すなわち、生産における“エネルギー効率”と“資源効率”的向上を追求し、限りなく“ムダ”的ない生産を行うことである。

これらは、利潤追求の観点から企業に不可欠な活動として行われてきた生産性向上の活動にはかならないともとらえられる。一方で、企業が取り組む生産性向上活動を“環境”視点によって、その推進内容・推進力を強化する側面もある。“自己の利潤のため”という動機に，“社会的責任”

という規制的な動機を追加するものもある。当社の含意はここにあり，“本業での環境経営”的実践の証(あか)しの一つと言える。

2.2.1 生産時CO₂削減

“環境ビジョン2021”策定以後、活動内容を大幅にステップアップさせたのが“生産時CO₂削減(生産時のCO₂排出量の削減)”である。“体質強化”的対象として最も注力した課題なので、少し詳しく述べる。

周知のとおり、環境保全上、世界共通の最重要課題となっている“温室効果ガスの排出抑制”に、中心的に対応しているのが、生産時CO₂削減である。日本では、セクター別アプローチと呼ばれ、排出者を分類しそれぞれに適した削減を行う方法で日本全体のCO₂排出量の抑制が図られており、製造部門は、各製造業界団体が、経済団体連合会下に“自主行動計画”を策定し、排出抑制活動を行っている。製造部門の抑制計画が、社会的に最も最も実効性があると目されてきた。電機・電子業界は実質生産高原単位を目標としている。

当社の生産時CO₂削減はこの自主行動計画に対応する形で積極的に進められてきた。2004年以降“3つの施策(高効率機器の導入、エネルギー・ロス・ミニマム活動、燃料転換)へ売上高の0.1%を投資する”という削減策が有効に機能した。しかし2007年度に策定した“環境ビジョン2021”は“排出総量の1990年度比30%削減”を目標と定めた。これは、電機・電子業界の“原単位”目標の一歩先を行く“排出総量”目標であり、従来より厳しい削減を自らに課すものとなつた。

環境ビジョン2021策定を受けた生産時CO₂削減策の特徴は、中期計画“第6次環境計画(2009~2011年度)”の中で示した，“生産ライン改善の強化”的概念である。空調・照明等生産を間接的に支えるユーティリティ機器を高効率機器に更新する活動と、製造を直接担う生産ラインにおけるエネルギーのムダ削減の活動とを区別し、後者での削減を強化する方針を打ち出した⁽⁴⁾。

初年度(2009年度)，“生産ライン改善強化”活動の焦点は、必ずしも大規模な投資を伴わなくても削減の見込める活動に当たられた。生産に直接寄与していないと目される生産ライン上のムダを徹底的に発見する活動を、各工場の全員活動の中で実施した。各工場における生産性向上活動は古い歴史を持ち，“全員参加のムダとり活動(Just in Time活動ともいう。)”として定着していた。この“ムダとり活動”に“環境の視点(省エネルギーの視点)”を加えるという形で、“生産ライン改善強化”活動の全社化を図った。そして最終年度(2011年度)になり、ムダとり活動でのCO₂削減を徹底し成果として刈り取るため、生産性向上を技術的に支援するコーポレート部門である生産システム本部では、より高効率な生産ラインへの転換を目指し、運用改善良好事例の

横展開、新たな省エネルギー技術の導入促進を目的とする専門の技術支援組織を立ち上げ、2011年度から活動を開始するに至っている。

このように“環境ビジョン2021”策定以降、生産時CO₂削減は、従来中心的であった“ユーティリティ機器の高効率化”を継続しつつも“生産ラインの改善強化”への踏み込みへ軸を移し、生産性向上活動である“ムダとり活動”的全員活動を強化しながら一体化し、現在はCO₂削減を見据えた生産設備投資の推進という経営戦略的対応の段階にまで到達した。第6次環境計画の3年間に、生産時CO₂削減のための体質強化は、急速なステップアップを続けている(図1)。

生産時CO₂削減の最新の取り組みについてはこの特集号の論文“生産時のCO₂排出量削減に向けて”で、また、東日本大震災後の電力不足に対応するための2011年夏に当社で実施したピーク電力削減については、同じく特集論文“デマンド監視システムによる節電対策”で述べる。

2.2.2 資源投入量削減とゼロエミッション

“生産時CO₂排出量削減”が“低炭素社会の実現”を目指す体質強化の代表であるのに対し、“循環型社会の形成”への貢献に資する体質強化活動は、生産性向上活動としての“資源投入量削減”及び、生産活動における“ゼロエミッション”的追求である。

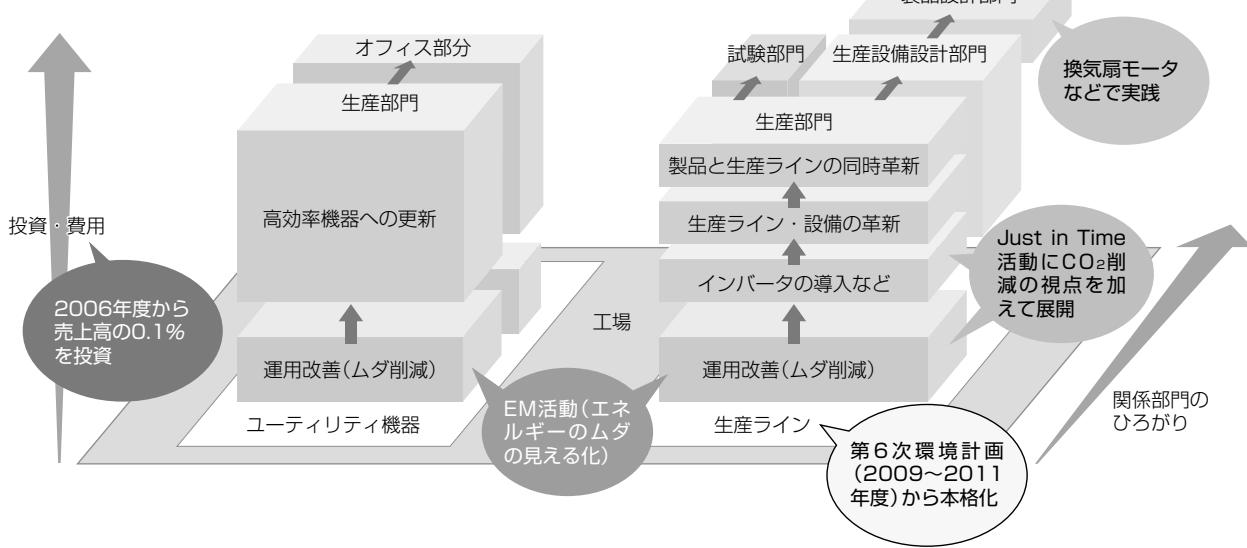
“資源投入量削減”は材料取りの最適化や、棚卸資産残高の削減・棚卸資産回転率の向上、不良品を作らない・直行率の向上等、2.2.1項で触れた生産性向上活動そのものとしてとらえられ、生産時CO₂削減のような急速なステップアップはないものの、肃々と実施している。資源投入量削

減及び生産性向上活動を生産時CO₂削減効果として評価する着想もあり、模索されたが、資源効率向上へつながるブレークスルーには至っていない。

“ゼロエミッション”は、廃棄物総量に対して、最終処分(埋立て)が行われる比率である“最終処分率”を限りなくゼロ化するという活動であり、生産性向上が“動脈的”活動とすれば、これは環境マネジメントの中で中心的に進められてきた“静脈的”活動である。基本的には廃棄物の分別を進め、できる限り有価物としての売却を進め、社会的なリサイクル・システムの活用を促進し、最終処分を減らすことが方策となる。

当社独自の試みとしては国内で進められている“地域連携”活動がある。廃棄物処理を、地域単位で複数の事業所が連携することによって、事業所単独のみで行う以上の最終処分回避を実現している。2007年度の関西地域、2009年度以降の九州地域での連携について、当社オフィシャルWebサイト“環境特集”⁽⁶⁾に紹介している。この地域連携活動は、共通の悩みを抱える各事業所の担当者が、全社の教育施策及び共通技術を検討する場である“技術委員会”活動の中でネットワーク化され、有機的な協力活動に発展しているものである。自主的な活動の発展を、全社的施策で包んで大きく育てたこの動きは、当社の“体質”というより“文化・風土”的持つ作用のように考えられる。

“環境ビジョン2021”では、ゼロエミッションについて、当社単独のみならず、国内関係会社、海外関係会社を含めた全事業所で最終処分率0.1%を達成するという目標を設定している。国内はすでに目標を達成しているので、グループ全体へ展開していくことが“体質強化”的重点的課題と



〈この図の見方〉上に行けば行くほど、投資・費用がかかり、難易度も高くなる。奥に行けば行くほど、関係部門が増える。

図1. 当社工場での生産時CO₂削減活動の体系⁽⁵⁾

なっている。

2.3 活動のエッセンス“社会貢献”

活動のエッセンスとして“体質強化”と対置した“社会貢献”とは，“製品・サービス・事業による環境・社会貢献”と“事業以外の環境・社会貢献”とを指す。

かつて“環境”はしばし“利益”とは反するものであったけれども、環境が持つ社会貢献というプラス価値によって利益に貢献するという位置付けを獲得するに至った。“本業での環境経営”そのものである。

2.3.1 成長戦略

“環境ビジョン2021”策定以降、当社が通常毎年5月に定期的に発表している“三菱電機の経営戦略”で、環境は“成長戦略”的一つととらえるようになった。

2008年11月6日当社発表のニュースリリース“成長戦略としての地球温暖化対策事業の拡大について”では、“太陽光発電事業、ヒートポンプ関連事業、パワーデバイス事業を中心とする地球温暖化対策事業の拡大”を図ることを述べ、環境関連の事業を、ほかと区別して特定し、その拡大を図るという考え方を示した。これは事業活動と環境とを強力に結びつける契機となった。その後、事業範囲の特定は、責任を限定的にとらえるのではなく、環境と事業との関係のとらえ方を見直し、現在では、“当社のすべての製品・サービス・事業は、環境に関連している”との考え方方に転換した。この進化も、3年間の第6次環境計画中の急激なステップアップの一つと言える。これについては、この特集号の論文“三菱電機グループの製品環境配慮施策の方向性”で述べる。

2011年6月発表の経営戦略では、各事業本部の“個別事業戦略の推進”及び、異なる事業本部にわたる“強い事業の継続的強化”の双方で、“低炭素社会と豊かな社会の両立”への貢献が、それら事業を、ひいては企業そのものを成長させる方向性であるとしている(図2)。

これら“低炭素社会”実現に貢献する“強い事業”的継続的強化に向けた技術について、この特集号の論文“オフィスビル省エネシミュレーション技術”でその一部を述べる。スマートコミュニティ、スマートグリッドについては、三菱電機技報の2012年2月号で特集する予定である。

2.3.2 環境マインド

“社会貢献”として“生物多様性の保全”と“自然環境の保全”は当然の要請として想起される。“環境ビジョン2021”で環境経営の基礎として位置付けられ、第6次環境計画においても、守るべき対象としての“自然”的側(がわ)に立つアプローチを推進し、定着をみた。詳しくはこの特集号の論文“三菱電機グループの環境マインドの育成と生物多様性の理解”で述べる。

ここでは“環境マインド”という概念が、当社独自に浸透してきていることを述べる。自然や、生態系が、循環し相互に関係して生きているということを、一人ひとりのレベルで理解し、尊重する心を持つこと、というアプローチである。このマインドの浸透と深まりを目的としたことによって、一過性の活動ではない、文化・風土を作る基盤のようなものとなりつつある。

2.4 環境ステートメント

当社グループの環境経営の姿を構成する3つ目の要素は

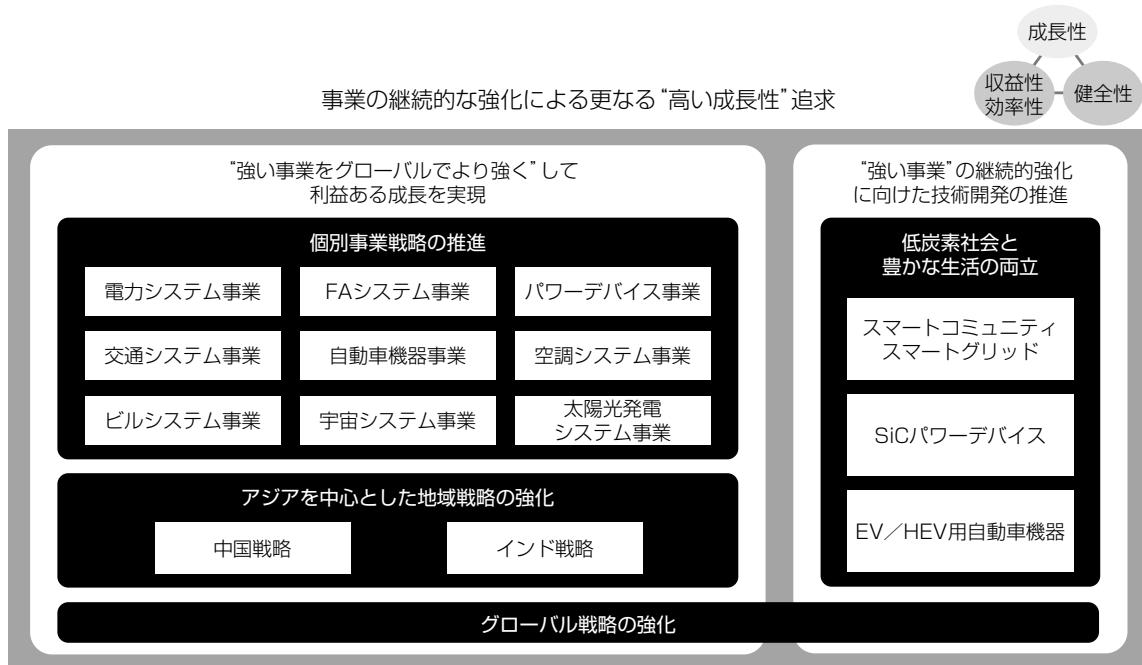


図2. 経営戦略における成長戦略の方向性

“環境ステートメント(エコチェンジ)”である。“環境ビジョン2021”の策定後、第6次環境計画の初年度である2009年6月に“環境コミュニケーション”的目的で開発された。内容・背景・コミュニケーション上の機能等の詳細は、この特集号の論文“エコチェンジと環境コミュニケーション戦略”で述べる。

“ワンワード・ワンルック”で環境経営にかかわるすべてを象徴するものがこの時期に開発されたことも、先に述べた“生産時CO₂削減”にみられた体質強化や、当社の経営戦略、成長戦略での環境・社会貢献の中心課題化等の急速なステップアップと軌を一にする大きな事象である。そして、環境ステートメントは、こうした当社環境経営の進化を示す“本業での環境経営”が基礎構造として確立していることを、社内外に伝えていると考えている。

2.5 遵法・リスク管理と“長期ビジョン”

ここまで“長期ビジョン”，“活動のエッセンス”及び“環境ステートメント”で構成される当社環境経営の姿について述べてきた。この構造は、企業の持続可能性と環境配慮とを同じ方向として有機的に結びつけるもので、今後も必要とされていく構造と考えられる。

一方、遵法・リスク管理等のいわゆる“守り”としての環境活動がこれらの“姿”的背景にあり、表面に現れにくいことに気づく。しかし、それらの活動は、環境マネジメントとしては不可欠の維持管理活動として実施され、社会要請の変化に対応して必要に応じて目標化され計画化されている。これらは“体質”的一部として位置付けられよう。

2.6 大規模・高純度プラスチックリサイクルの事業化

家電リサイクル法に基づく家電リサイクルプラントでの回収・処理を実施する中で、当社は“大規模・高純度プラスチックリサイクルの事業化”という独自の発展を遂げた。家電製品中で構成比率は高いけれども、通常、量的には十分に再生されにくい“プラスチック”的再生に注力し、家電製品へ再利用可能なプラスチックの量を、従来の6%程度から、最大で70%まで高めることに成功し、事業化した。

再生プラスチックの事業化は、法的要求でもなく、市場顧客からの要求でもなく、自発的追求である。循環型社会の形成という理念に対して、技術面でも、経済性の面でも、革新的・挑戦的な試みであり、先取性に特長があると自負している。なお、この特集号の論文“次世代家電リサイクル技術”で詳しく述べる。

3. 環境マネジメントシステムの技術的特徴

2章で、“体質強化”と“社会貢献”的2側面を両輪として進む“環境先進企業”的姿を俯瞰した。この章では、この姿に至った、環境マネジメントシステムで重要な2つの技術的特徴に触れる。それは、①長期ビジョンの保有、②環境マネジメントシステムの統合的運用である。

3.1 長期ビジョンの保有

3.1.1 “環境ビジョン2021”によるバックキャスティングの導入

“環境ビジョン2021”では、“低炭素社会の実現”と“循環型社会の形成”という2つの大きな目的を掲げ、それについて2021年時点で当社グループが達成しているべき目標を定めた。

低炭素社会の実現には“製品使用時CO₂の排出量30%削減(製品のエネルギー効率の向上を目標化したもの)”と“生産時CO₂の排出総量30%削減(当社グループ全体でのCO₂排出の総量に対する削減目標を定めたもの)”という目標を、循環型社会の形成には“ゼロエミッション(当社グループ全体で、廃棄物の最終処分率を0.1%以下にすること)”と“資源投入量削減(製品の総重量を、機能に対する重量の比率で30%削減することを想定した目標化)”という目標を定めた。

環境経営の長期ビジョン“環境ビジョン2021”は、当社にとって最初のものである。図3は、当社環境経営の発展段階を簡単に振り返ったものである。1993年の“第1次環境計画”策定以降、ほぼ3年間を計画期間とする環境計画を定期的に策定し、これを“中期計画”と位置付けている。会計年度に合わせた1年ごとの“環境実施計画”を、各環境マネジメント組織単位で作成し、Plan-Do-Check-Actionのサイクルを回し、継続的改善及び維持管理を進めている。

“環境計画(中期計画)”と“環境実施計画(短期計画)”は社内規則にその策定を定めているが、“長期ビジョン”は定められていない。しかし、この“長期ビジョン”が目標を持っていたことによって、“環境計画”はこの長期ビジョンの実現を具体化するために策定されることになった。あるべき将来の姿を先に設定し、これを達成するために計画を策定する方法は“バックキャスティング”と呼ばれる。“環境ビジョン2021”は、環境マネジメントでバックキャスティングを実現した。

バックキャスティングの効果は、2章で俯瞰したとおり、社会的対応の要請が高まつた“生産時CO₂削減”を強力に推し進め、体質強化が図られる力になったこと、及び“環境”を“事業に資するもの”に押し上げ、“本業での環境経営”的姿を実現したことにより、大きな変革を実現する機能を果たしている。

3.1.2 経営トップの環境経営への関与

“環境ビジョン2021”は、当社経営層が自社の環境経営について簡潔にその内容を示すことのできるものとして機能した。また、長期ビジョンの策定過程は、経営トップの環境経営への直接的関与が不可欠となる契機となった。

3.2 環境マネジメントシステムの統合的運用

長期ビジョンの保有とともに、もう一つの重要な特徴は、

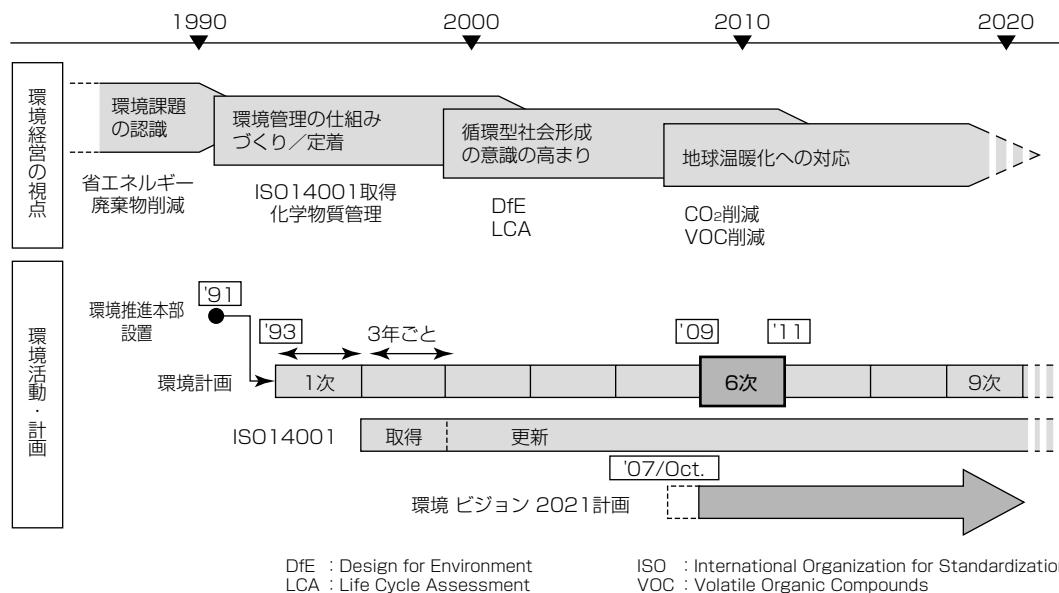


図3. 当社環境経営の発展段階

環境計画の目的化による環境マネジメントシステム(EMS)の統合的運用である。

図3に当社環境経営の発展について示した。ISO14001を全拠点で認証取得する活動を展開した。ISO14001の2004年版改定に合わせ，“本業での環境経営”を目指し、本社の環境マネジメント事務局を総務部から環境推進本部に移した。中期計画“第5次環境計画(2006～2008年度)”から、当社グループの全拠点で、短期計画である“環境実施計画”目的を中期計画である“環境計画”とする運用を開始した。環境計画を“考慮すべき重要事項”ではなく“目的”にとらえ、グループ全企業、全EMS組織で一律に共有するこの方式を“環境計画の目的化による当社グループEMSの統合的運用”と称している。グループ全体での統合認証をせず、しかし目的を共通化するこの運用方式は、各EMS組織の自主性、ローカル性を尊重し、同時にグループとしての統一性を確保するのに適切な運用方式となっている。

また、この“統合的運用”方式は、本業でのガバナンス構造を、そのまま環境経営のガバナンス構造にしている。事業本部制を採る当社は、事業本部ごとに業態が異なり、組織のガバナンスにも差異がある。それぞれが独立したプロフィットセンターであるため、投資の権限も事業本部に属しており、環境経営の責任も事業本部ごとに果たすのが適切である。本業での組織構造がそのままEMSの組織構造であり、環境のための専門組織を持つものではない。また、全員が本業の組織構造に所属するため、全員が環境マネジメント組織の構成員である。

このような、本業での組織構造と環境マネジメント組織構造の同一化も、自主性を尊重すると同時に、グループ全體としてのアクティビティを引き出すことを可能にしている。

4. 今後の課題と方向

2章でこれまでに到達した“環境経営の姿”を俯瞰し、3章でその母体となっている環境マネジメントシステムの技術的特徴を2点述べた。この章ではこれらを踏まえ、今後の主な課題と方向について述べる。

4.1 経営のグローバル化とグローバル環境経営

4.1.1 グローバルな環境管理

図2に示す経営戦略で、中国・インドをはじめとする“アジアを中心とする地域戦略の強化”を表明したように、経営のグローバル化は今後一層加速していく。サプライチェーンも拡大し、対応すべき新たなローカルの環境法規制も爆発的に増えることが予想される。経営のグローバル化に合わせ、対象地域の実情に合わせた環境マネジメント(守り)と、製品・サービス・事業による環境・社会貢献(攻め)の双方の強化が必要になると認識している。また、このためには、グローバルな人的交流(ネットワーク)が必要で、そのためにもビジネスの目的のみならず、環境的グローバル人材が不可欠である。グローバル化が数十年にわたって進んでいく中では、長期的な視野に立っての人材育成を地道に実践していくことが、将来のグローバル環境活動の基盤を構築する近道にもなると考えている。

4.1.2 化学物質管理と企業経営

化学物質による生態系や人間の健康への悪影響を防ぐための国際的な規制が強化されてきており、今後しばらくの期間、従来以上の積極的対応を迫られることになると予想される。この問題の展望については、この特集号の論文“化学物質規制と環境技術戦略”と“製品含有化学物質情報管理の課題とシステム化”で述べる。

4.2 製品・サービス・事業での環境貢献

製品・サービス・事業での環境貢献について関心が高まり、貢献度の高い製品などの開発が重要になるとともに、提供するすべての製品などについて、その環境貢献や環境影響について信頼性のある十分な説明責任を果たす姿勢が必要になるとを考えている。

4.3 次期長期ビジョンについて

人類の生活におけるエネルギー消費の抑制や、温室効果ガス発生抑制については、“環境ビジョン2021”終了後も引き続き全世界で取り組むべき課題である。こうした社会的要請を見極め、100周年以降も“長期ビジョン”を持つことで、環境先進企業としての経営を志向すべきと考える。

5. む す び

東日本大震災の影響による電力不足に直面して、今までいかにエネルギーを旺盛(おうせい)に享受してきたのかという観点に立って、環境と人類とエネルギーの関係を見直すことが今後50年から100年単位で環境を考えるために必要である。環境を考えることは、将来の人と対話をすることというが、今まさに将来の人がいかにエネルギーと付き合っていくのか、対話が必要となっている。そして、過去の環境の負の遺産を解消しつつ、世界に対して先導的な役割を果たすための、将来の人との対話とともに、社会との継続的な対話の中で、企業としてたゆまぬ提案を発信し続けていきたい。

参 考 文 献

- (1) 「環境ビジョン2021」、三菱電機オフィシャルwebサイト内環境報告（2011）
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/eco/plan/vision2021/index.html>
- (2) Michio Hiruta : Mitsubishi Electric Group "Environmental Vision 2021", Mitsubishi Electric ADVANCE **122**, 2~7 (2008)
- (3) グローバル環境先進企業、三菱電機オフィシャルwebサイト内環境報告2011（2011）
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/eco/plan/global/index.html>
- (4) 塩田 久：第6次環境計画と“生産ライン改善”による生産時CO₂削減、三菱電機技報、**83**, No.10, 590~594 (2009)
- (5) 環境行動レポート2011, p5
http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/eco_sp/report/index.html
- (6) 環境特集、三菱電機オフィシャルwebサイト内環境特集
http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/eco_sp/index.html

生産時のCO₂排出量削減に向けて

山口 博*

Prospects for Reducing CO₂ Emissions from Manufacturing Facilities

Hiroshi Yamaguchi

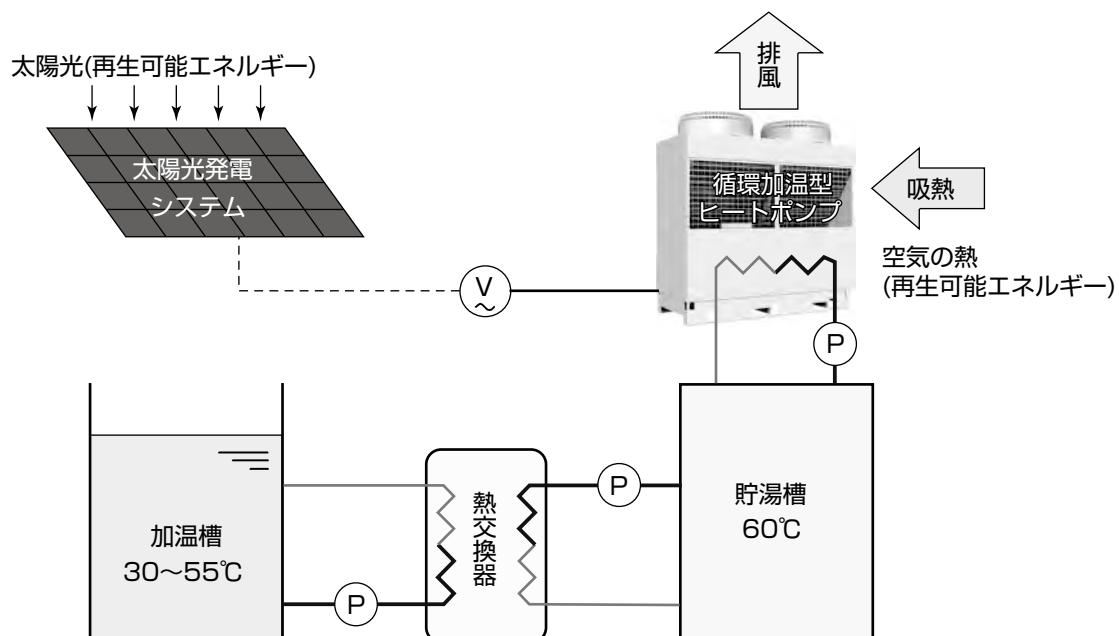
要 旨

三菱電機が推進している“環境ビジョン2021”では、生産時のCO₂排出量について、2020年度までに1990年度を基準として30%削減することを目標としている。本稿では、これを達成するための大きな課題である生産設備のCO₂削減について、社内で先進的な取組みを進めている工場の現状を調査して全社共通課題を見い出すとともに、それらの共通課題に対して各業界の最新動向を調査し、現段階の技術

で実施できる効果の大きいアイテムについて述べる。

また、管理上の問題や現段階の技術では30%のCO₂削減達成が難しい設備については、新しいアイデアによって解決する素案について述べる。

最後に、CO₂削減対策について、現在の課題と展望を述べる。



加温槽のCO₂削減事例

電力源に太陽光発電システムを利用し、ヒートポンプで空気熱源を利用して、加温槽を加熱するシステムの事例である。

1. まえがき

当社が推進している“環境ビジョン2021”では、生産時のCO₂排出量について、2020年度までに1990年度を基準として30%削減することを目標としている。生産時のCO₂とは、生産活動で発生するCO₂のことであり、事務所を含めた工場内の照明や空調はもちろん、素材や購入部品を加工、組立て、出荷検査をし、梱包(こんぽう)するまでの、いわゆる製造工程で排出するCO₂を対象としている。

本稿では、生産時にCO₂を排出する設備で、保有数が多い種々の設備について述べ、削減目標30%を見据えたCO₂排出量の削減方法について述べる。また、30%削減が難しい設備については、今後の課題を提示する。

2. 生産設備のCO₂削減

2.1 主な生産設備の種類

当社の場合、各製作所には多種多様の生産設備が存在し、それらを用いて複合的に加工し、組立て、検査し、最終製品として出荷している。保有数が多い一般的な生産設備には、塑性加工機(プレス機、かしめ機)、溶接機(電弧溶接機、レーザ溶接機、ろう付機)、工作機械(五面加工機、旋盤、研削機)、樹脂成形機(射出成形機、モールド成形機)、塗装設備(粉体塗装設備、溶剤塗装設備、塗装乾燥炉)、洗净・乾燥設備、めっき設備などがある。ほかには、各製品専用の加工機、検査設備、自動組立機及び自動化ライン、搬送装置も多く保有している。

2.2 生産設備の共通点

生産設備のCO₂排出削減を実施するにあたり、一台一台を調査することは、全社的に生産設備保有台数が多く、また、生産設備の種類が多いため、種々の無駄や生産活動の弊害にもなる。よって、各設備に共通するCO₂削減方法を見つけ出し、先行事例を作りその全社展開を進める必要があると考え、2011年度から社内で先進的な取組みを進めている工場を対象として、生産設備のCO₂排出量削減方法について調査を開始した。表1は、設備稼働時に消費され

表1. 生産設備のエネルギー消費要素

生産設備	主なエネルギー消費要素				
	電動モータ	工場エア	加熱	冷却	廃熱
塑性加工機	○	○			
溶接機	△	○	○		
工作機械	○	○	△	△	△
樹脂成形機	○	○	○	○	○
塗装設備	○	○	○		△
洗净・乾燥設備	○	○	○		○
自動組立機	○	○			
搬送装置	○	△			

各エネルギー消費要素の設備への付随頻度

○：70%以上の設備に付隨

○：30%以上70%未満の設備に付隨

△：5%以上30%未満の設備に付隨

るエネルギーが、どの様な要素で最終的に消費されているのか、共通点を探るため調査し分類した結果である。共通点を見出す工夫として、一般的な加工技術の分類で設備を区分している。この調査結果から、一般的な生産設備では、三つの大きなCO₂削減テーマがあると判断される。

まず一見して、ほとんどの生産設備に電動モータが使用されていることが分かる。一般に、国内消費電力量の約50%が電動モータによって消費されているというが、この調査とも合致する結果となった。よって、各生産設備に付随する電動モータの消費電力を減らすことが、生産時CO₂削減で非常に重要なテーマである。

次に、工場エアによる消費が多い。工場エアは、電動モータを動力源とする汎用エアコンプレッサを用いて供給され、主にエアシリンダとエアブローによって消費されている。一般に、工場電力の約10%を工場エアが消費していると言われており、重要なCO₂削減テーマである。

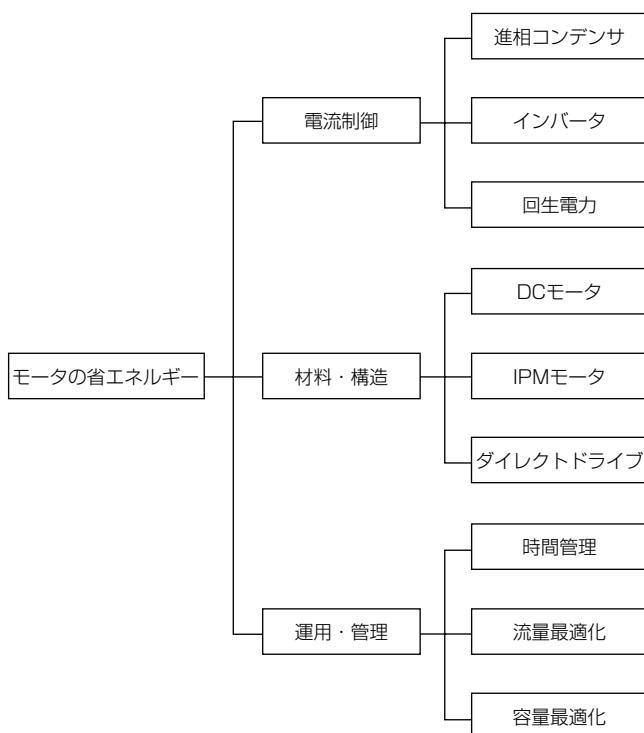
三つ目が、加熱、冷却、廃熱等の熱エネルギーに関するエネルギー消費であり、これらの熱エネルギーを多く消費する生産設備には、塗装設備、加熱炉、洗净・乾燥設備、めっき設備等がある。全社的に見て、それぞれの設備の保有数は少ないが、一台あたりの消費エネルギーが大きく、CO₂排出量も多いため、重要なCO₂削減テーマである。

ほかには、油圧プレスに代表される油圧シリングや、流体軸受けに使う油圧循環等の油圧設備がある。これは動力として電動モータで油圧ポンプを動作させており、CO₂削減の手法は基本的には電動モータの手法を応用することができる。また、エネルギーの消費形態としては特殊な加工機となる、レーザ加工機や放電加工機等も、最近では用途が拡大しており、最新機器の省エネルギー技術動向を注視し、必要に応じて旧設備を更新する必要がある。

2.3 電動モータ

電動モータの主な省エネルギーアイテムは、図1に示すとおり、電流制御、材料・構造、運用・管理に大別できる。1990年度を基準に電動モータについて30%以上の省エネルギーを達成することは、技術的には可能であるが、すべてのモータで30%以上の省エネルギーを実施するには、相当の費用と困難が伴い、実施不可能なものも存在する。

図1のアイテムの中で、30%以上の削減効果が期待できるものは、誘導モータをIPM(Interior Permanent Magnet)モータまたはブラシレスDC(Direct Current)モータに更新する場合であり、他の方法では設備の使用状況によって、30%以上にならない場合があり得る。ファンやポンプの誘導モータを、IPMモータに変更する場合は、IPMモータ専用電源とともに、モータ固定箇所とカップリングを改造すれば、比較的簡便に交換が可能である。しかし、切削機械やプレス機械などの生産設備に付隨する誘導モータをIPMモータに変更するには、設備メーカーの承認が必要であり、

図1. 電動モータの主なCO₂削減アイテム

生産設備の制御信号や電源と連動させる必要がある。また、マシニングセンターなどの主軸に取り付けられている、スピンドルモータや、昇降機やクレーン等に設置されている安全上重要な誘導モータ、ステッピングモータ、SR(Switched Reluctance)モータ、50kW以上の大型モータ等、簡単に代用の効かないものも多くある。

このように、簡単には省エネルギーができないモータも多くあることを考えると、電動モータの省エネルギーを推進していくためには、ファン、ポンプ、油圧、搬送等の生産設備に直接付随しない誘導モータは、可能な限りIPMモータやDCモータに変更していく必要がある。また、誘導モータを使い続けなければならないものについては、インバータ電源の取付けを推進する必要がある。幸い、当社にはFA(Factory Automation)の主力製品として、インバータ電源、IPMモータを筆頭に省エネルギーモータがラインアップされており、これらの適用を拡大することで、CO₂削減を促進することができる。

また、運用・管理面からは、段取り時間に設備電源を落としたり、サーボモータの励磁が一定時間以上動作しない場合は自動停止するなど、改善の余地がある。また、最近では、生産設備の省エネルギー製品が市場に出回るようになってきており、例えば、高精度加工用のマシニングセンターについても、暖機運転が不要なものなどが発売されている。

上で述べたように、電動モータのCO₂削減は、IPMモータとインバータを主要なツールとしつつ、更新予定の設備については、省エネルギータイプの設備を導入し、運用管

理面でも無駄取りを促進することで、全体として30%のCO₂削減を目指して、今後も活動を広げていく必要がある。また、種々の加工機にIPMモータを簡便に適用することができる、ツールの開発またはサービスの提供が望まれる。

2.4 工場エア

工場エアは、電気エネルギーでコンプレッサのモータを回転させ、高圧エアとして供給されているが、システム上エネルギーロスが大きい。これは、工場エアが、電動コンプレッサで生成される過程で、電動モータの仕事効率、圧縮空気を生成する際の発熱と廃熱、除湿時のエネルギー、輸送経路での圧力損失、エアシリンダの仕事変換効率等多くの損失要因を、元来内包するシステム構成になっているためである。したがって、省エネルギーには、エアシリンダをリニア電動アクチュエータや、サーボモータ等の、モータドライブによる駆動方式に変更する手法がある。既に、シーケンスプログラムの変更なしに、エアシリンダと簡単に交換できるものが市販されており、メーカーの情報によれば50%以上の改善が見込まれるものもある。

ただし、モータドライブ方式は、エアシリンダに比べ初期投資が高価なので、単に同じストローク幅を繰り返す動作では、今後もエアシリンダが主流となるであろう。したがって、CO₂を30%削減していくためには、省エネルギー効果が大きい大型エアシリンダからモータドライブ化を進め、徐々に小型の製品に適用を拡大していく活動を継続していくことが必要と考える。

一方、エアブローは、エアシリンダに比べ使用頻度は少ないが、エアの使用量が格段に多いので、使用量の削減が必要である。エアブローの用途としては、除塵(じょじん)、乾燥(水滴の吹き飛ばし)、ワーク取り出し、噴霧等がある。この中で除塵、乾燥、ワーク取り出しについては、静止している対象物を吹き飛ばすという共通点がある。このような用途の場合、一定以上の流量が必要になるので、エア使用量が増加しがちである。一般的な、省エネルギーアイテムとしては、アスピレーターの原理を応用して周囲の空気を巻き込んで流量を増大させたり、圧縮性流体力学を応用して噴出拡大部に低圧力損失の構造を設けたり、穴径を小さくして穴数を増やす等の、省エネルギーノズルが各種市販されている。このような省エネルギーノズルと合わせて、ノズルの手前にレギュレータを設置して、0.2MPaくらいまで圧力を下げると、大きな省エネルギー効果が期待できる。注意点として、穴数を増やすと穴径を小さくしたものは、エアブローの幅や直径が制限される傾向があるので、うまく吹き飛ばしができなくなる場合がある。重要なことは、ノズルの専門メーカーと、良く話し合って吹き飛ばす対象物ごとに、それに合ったノズル形状やノズル個数を選択することである。

2.5 熱エネルギー(加熱、冷却、廃熱)

加熱設備には加熱炉や加温槽等がある。加熱炉については、ガス加熱炉と電気加熱炉が多く保有されている。これらの業界では、ランニングコスト改善のため省エネルギーが盛んで、定番となっている方法がある。例えば、断熱、循環風量と排風量の適正化、燃焼時の空気比管理等が、効果の大きい定番の省エネルギーアイテムである。しかしながら、これらは1990年には既出の技術であり、現状の設備には設計時に既に考慮がなされており、追加措置としてこれらの手法で工夫したとしても、30%以上のCO₂削減を実施することは難しい。

ガス加熱炉に関しては、リジェネバーナーが新しい省エネルギー手段として期待されており、70%以上の廃熱回収効果があると言われている⁽¹⁾。元々、英国で開発された蓄熱燃焼技術をベースに、1993年からNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)と国内炉メーカーによって開発が進められ、多くのフィールドテストを経て、現在ではその省エネルギー効果が実証されている。リジェネバーナーは、図2のように蓄熱体とセットにした2個のバーナーを交互に燃焼させ、燃焼せずに休んでいる間は、吸気路が排気路に切り替わることで、排気路に設置した蓄熱体で廃熱を吸熱し、その熱を燃焼時には吸気した空気の余熱に利用する日本独自のユニークな技術である。ただし、既存炉のリジェネバーナー取付け改造は、炉メーカーや炉の形状によって対応が異なり、安易に変更することは難しい。まずは先行導入事例を作り上げる必要がある。

電気炉(電気ヒーターによる加熱)に関しては、30%削減の決め手となる新技术は見当たらず、断熱と排気時の放熱ロスを減らすことが基本的な改善になる。最近では、ワークの赤外線吸収スペクトルを考慮した上で、最適なヒーターを選択する例などがみられるが、明確な効果は不明である。よって、これからの対応としては、新しい廃熱回収方法を考えていく必

要があるが、一般に電気炉は小中規模の設備が多く、廃熱温度が低く量も少ないので、廃熱回収用設備を付随させると投資回収ができない場合が多い。通常、排気(気体)からの廃熱回収では、大きな伝熱面積が必要になり、熱交換器が大型化するので

高額になってしまう。よって、簡便に煙突に取り付けて排気と吸気の熱交換ができる廉価な小型熱交換器の開発、または、リジェネバーナーの概念を応用した、排気と吸気を統合して交互に切り替えるリジェネ排気システムの開発が望まれる。

湯洗浄やめっき槽等の加温槽に関しては、従来はボイラ蒸気で加熱している場合が多いため、蒸気の替わりにヒートポンプで加温することによって、30%以上のCO₂削減効果が期待できる。例えば、図3のように、太陽光発電システムで発電し、ヒートポンプを使用した加温システムを導入することで、CO₂排出量を大幅に削減するシステム構成とすることも可能になる。最近ではCO₂冷媒を使ったヒートポンプで、90°Cの給湯を達成している。また、低温排熱を回収することで、120°Cの温風やボイラのように高压蒸気を発生させるなど、新製品が次々と発表されている。今後も新しいヒートポンプの開発が期待できるので、新製品の開発状況や市場動向を注視していく必要がある。

冷却設備に関しては、最新のインバータ制御付き高効率チラーに更新すれば、30%以上の削減が見込めるが、小型の冷凍回路を持つオイルクーラーやスポットクーラー等は、価格重視のためインバータを付けないものが多く、インバータによる高効率化は難しい。オイルクーラーについては、そもそも油圧ポンプの連続動作が油温の上昇を招いているので、油圧ポンプをインバータ式に変更し、設備の制御信号と連動運転させて油圧モータの連続稼働率を下げることで、消費電力と油温を下げることが可能となる。その結果、オイルクーラー自体が不要になった事例が、油圧ポンプメーカーから紹介されている。スポットクーラーについては、極力廃止する方向で検討し、もし発熱源が近くにあるならば断熱を実施し、扇風機かサーキュレータの利用に留(とど)める等の工夫が必要である。

廃熱については、板金の塗装乾燥炉、バッチ炉など、小

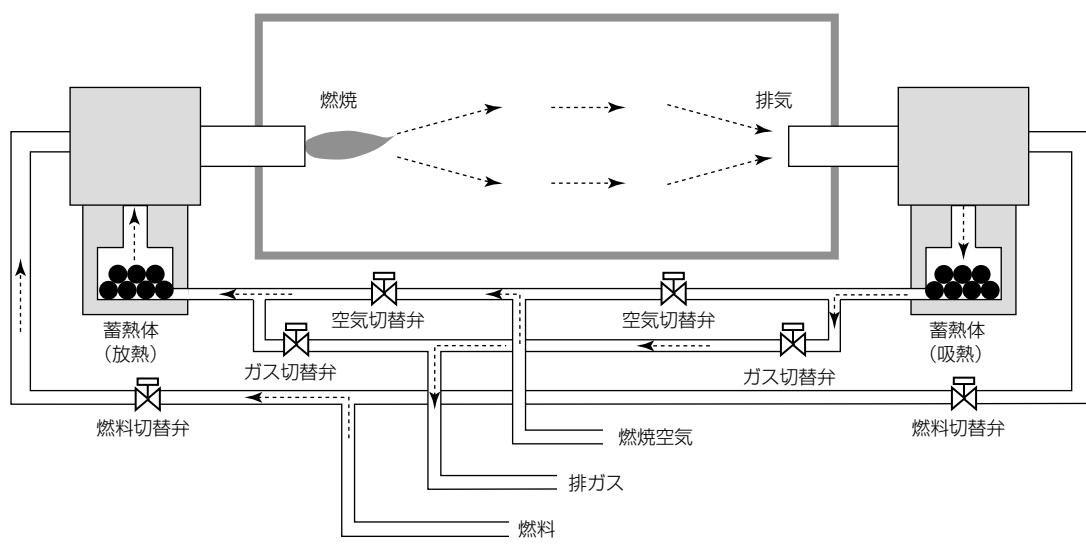


図2. リジェネバーナーの構造

中規模の加熱炉と、湯洗浄やめっき槽等の加温槽では、基本的に大気中や側溝に廃熱を放出していることが多い。しかし、30%のCO₂削減を達成していくためには、これらの廃熱を回収し積極利用する必要がある。湯洗浄やめっき槽の廃熱回収としては、オーバーフローや槽内の液体を入れ替える時に、熱交換器と小型ポンプ

2台で簡便にできる方法がある。また、加熱炉の廃熱回収については、近くにその熱を利用する設備があれば、そこで熱エネルギーを利用するのが一番効率の良い方法となる。例えば、温水利用設備があれば、廃熱で予熱した温水を利用できる。よって、炉の周りには加温槽などを設置して、廃熱利用ができる設備環境を整えていくことも重要である。

ほかには、廃熱発電が考えられるが、廃熱発電は熱エネルギーを仕事に変換するので原理的に効率が悪く、一般に製鉄所やセメントプラントなど、高温大型で大量の廃熱を出す加熱炉に適用事例が多い。当社所有の加熱炉は小中規模のものが多く、廃熱発電には適さない。また、熱起電力(ゼーベック効果)を利用して半導体発電素子や、赤外線利用の光電池が次世代の候補として存在するが、現段階では効率が悪く、高コストであるため産業利用には適さない。

一方、最近注目されている加熱方式として、高周波誘導加熱(Induction Heating : IH)方式がある。このIH方式は、従来から焼きバメやろう付等に利用されているが、最近では加熱炉の代替としての利用が注目されている。一般的な加熱炉の場合、炉内雰囲気、炉壁を加熱する必要があり、ワーク自体を加熱する以外の無駄なエネルギーが多い。しかし、IH方式では、誘導損失、周辺放射損失、誘導コイル発熱ロスを考慮しても、ワークを直接加熱することが可能になるため、上手くシステムを構築できれば大幅な省エネルギーを達成できる可能性がある。例えば、自動車用ホイールの塗装乾燥を、IH方式でおこなう乾燥装置が実用化されている。しかし、IH方式による生産設備の省エネルギー事例はまだ少なく、今後は技術動向を注視しつつ、社内でも開発を進めていく必要がある。

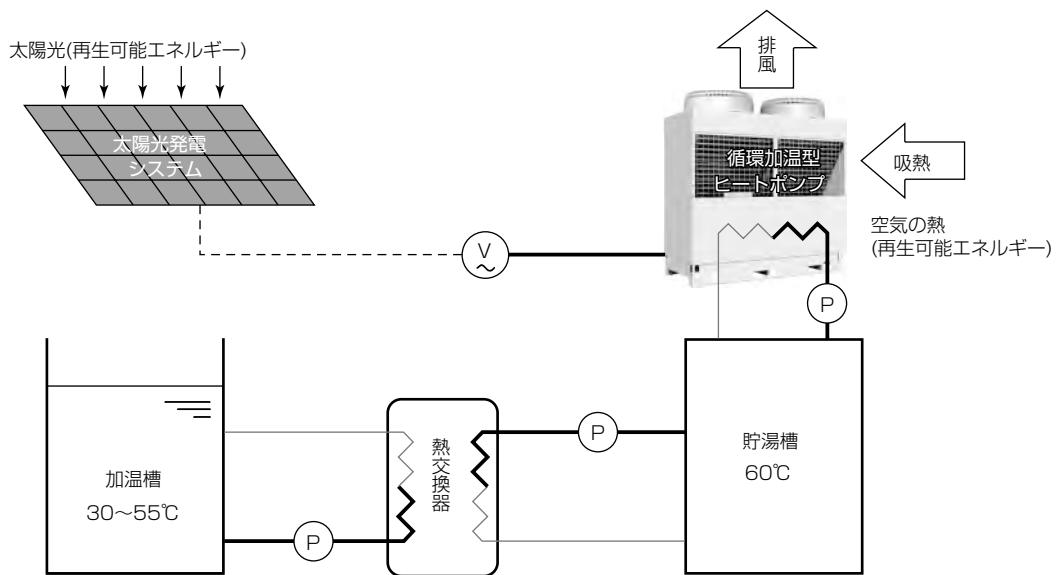


図3. 加温槽のCO₂削減事例

3. CO₂排出量30%削減に向けて

最後に、CO₂排出量の30%削減について展望を述べる。今後は、現場活動を中心とした運用・管理の改善や既存の省エネルギーアイテムの適用、最新の省エネルギー設備への更新や更新の必要性がない設備については、先に述べた三つのCO₂削減テーマを中心に、当社の省エネルギー製品を積極活用して改善するなど、実施例を多く作り上げ、全社展開を加速していく予定である。また、生産技術部門で、早期にIH加熱、廃熱回収などの新技術を実用化して、現場に適用していくとともに、視点を変え製品設計の立場から、生産時のCO₂排出量を考慮し設計を見直すことも、今後は重要なテーマとして検討していく必要がある。また、部門間の垣根を越え、開発設計部門、生産技術部門、現場部門が協力し、技術力を統合してCO₂削減に取り組むことで、目標の達成を目指す。

4. むすび

今後10年の長期にわたりCO₂削減活動を展開していく必要があるが、そのためには、まず工場全体の長期投資計画を作成するとともに、この計画を共通認識として定着させ、計画を隨時見直しながら確実に次世代に引き継ぐ、長期ロードマップの作成も重要である。

また、太陽光発電システム、IH加熱、ヒートポンプ、IPMモータ、インバータ等の省エネルギーアイテムについては、全社に積極展開していくことが、CO₂削減だけでなく自社製品の強化にもつながる。

参考文献

- (1) 仲町一郎：リジエネバーナーの開発の歴史と最新動向，省エネルギー，62, No.12, 41~44 (2010)

デマンド監視システムによる節電対策

豊国明子*
藤原成光**

Power Saving by Demand Monitoring System

Akiko Toyokuni, Narimitsu Fujiwara

要旨

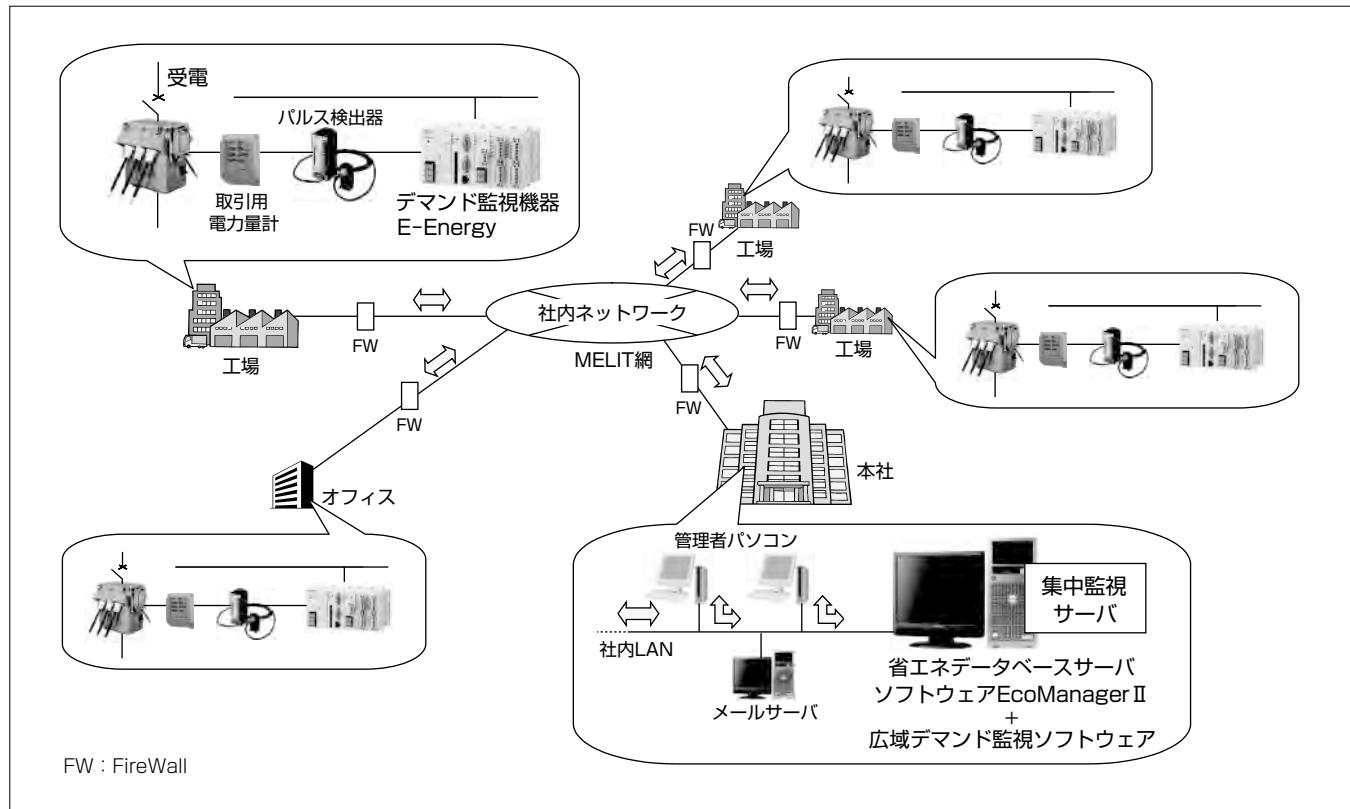
東日本大震災の福島第一原子力発電所の被災による深刻な電力不足から、政府はこの夏、電気事業法27条に基づき、東京電力・東北電力管内の契約電力500kW以上の大口需要家拠点に対してピーク時の使用電力を前年比15%削減することを義務付けた。

三菱電機グループはこれに対応するため、ピーク時の使用電力の削減に取り組み、拠点合計で政府目標を上回る前年比25%削減を目指した。東京電力・東北電力管内18拠点の使用電力を一元管理することによって、迅速な節電対策を実行するため、各拠点の使用電力(デマンド)を本社で統合監視するデマンド監視システムを導入した。このシステムでは、使用電力が目標値を超えるときに自動的に警告メールで通知する仕組みとなっており、各拠点は、本社の指示によって、ときには使用電力を融通し合い、デマン

ドの増減に応じて事前に準備した節電施策を実践した。この結果、東京電力・東北電力管内ともに、当初の目標であるピーク電力25%削減を達成し、同時に省エネルギーにも貢献することが実証できた。

本稿では、今夏に取り組んだデマンド管理について述べ、当社製品・技術によって実現したデマンド監視システムについて述べる。また、得られた実績から節電対策の効果をまとめ、今後の課題について述べる。

原子力発電所の停止による電力不足の懸念は全国に広がっており、今冬・来夏についても節電対策は重要である。今後は、デマンド監視システムを強化するとともに、対象範囲をほかの地域へ拡大する予定である。三菱電機グループは、エネルギーコストの削減、社会的責任の遂行、省エネルギー(CO_2 削減)の観点からも、積極的に節電対策を行う。



デマンド監視システム

デマンド監視システムのイメージ図を示す。各拠点(工場、オフィス等)にデマンド監視機器“E-Energy”を設置し、これらを社内ネットワーク(MELIT網)を通じて接続し、本社の集中監視サーバで各拠点の使用電力を統合管理する。集中監視サーバには、“EcoManager II”及び広域デマンド監視ソフトウェアが組み込まれており、リアルタイムに各拠点の使用電力を把握するとともに、目標超過の可能性が高いときは、事前に警告メールを発信する。

1. まえがき

東日本大震災の影響によって、東京電力及び東北電力管内の電力供給が大幅に悪化する事態となり、政府は今夏、電気事業法27条に基づく電力使用制限令を発動した。契約電力500kW以上の大口需要家拠点を対象に、平日9時から20時の時間帯で、使用電力を昨夏の同期間における最大使用電力から15%削減することを義務付けた。

一方、当社は、ピーク時の需要電力(デマンド)について、政府発表の15%を上回る削減計画を策定し、政府の電力使用制限令の対象となる当社グループの18拠点について、拠点合計で前年比25%削減することを発表した。これを実現するため、各拠点では抜本的な節電対策に取り組むとともに、本社にデマンド監視システムを導入し、各拠点のデマンドを集中管理する体制を構築した。

本稿では、デマンド管理による電力抑制の取り組みと構築システム、運用管理、今後の課題について述べる。

2. デマンド管理

2.1 デマンドとは

デマンド(需要電力)とは、30分間の平均電力を示し、30分間の電力量から算出される。この30分の区切りをデマンド時限と呼ぶ。

電気料金の基本料金の部分は、契約電力から計算される。契約電力は、1年間の最大デマンド値に基づいて決定される。大口需要家拠点の場合、デマンドが契約電力を超えた場合、違約金として割増料金を支払うことになる。つまり、デマンド管理は、電力コスト管理の観点からも重要である。また、デマンド(kW)を積算したものが電力量(kWh)であり省エネルギーにも役立てることができる。

2.2 共同使用制限スキームによる電力抑制

政府の電力使用制限令には、複数の大口需要家拠点が協力し、総体として最大需要電力を抑制することを認める“共同使用制限スキーム”が用意されている。当社は、このスキームを活用し、各拠点の合計での削減を目指した。

共同使用制限スキームには、2つのメリットがある。1つは、スキーム内での電力使用合計値が制限値を超えないれば、個々の各拠点に定められた電力の使用制限値を超えても違反とならないため、単独では15%削減が難しい拠点を共同で補完することができる。2つ目として、拠点別の休日や需給調整契約による個別状況を有効活用した、総合的な節電対策が可能となる点が挙げられる。

共同使用制限スキームにおける昨夏ピーク基準値とは、昨年の拠点合計の中での最大値である。一般的に、拠点別のピーク発生日時は異なる場合が多く、このスキームにおける合計ピーク値は、昨年の各拠点のピーク(最大電力)合計より小さくなる(図1)。対象拠点数が多く、広域なほ

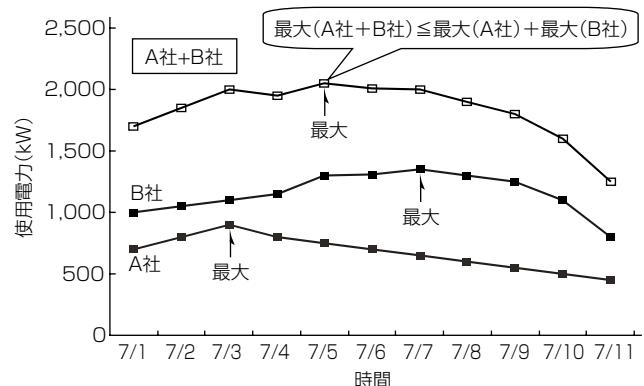


図1. 共同使用制限スキームにおけるピーク基準値

ど、ピーク日時のずれによる効果が期待できる。

したがって、当社グループでは共同使用制限スキームの利点を生かした運用を目指した。

2.3 当社グループの取り組み

当社グループは、共同使用制限スキームの考え方を参考に、拠点合計で抑制する考え方を取り入れながら、昨年度比25%削減達成に向け、節電対策を実施した。東京電力・東北電力管内の各拠点では事前に、照明・空調やその他電気機器の使用抑制、休日・夜間への操業シフト、大型生産・試験設備の稼働時間の変更・短縮、自家発電機や太陽光発電の導入、作業スペースの集約・移設等の実施できる限りの節電施策を準備した。

また、本社には、各拠点のデマンドをリアルタイムに把握し集中監視するため、デマンド監視システムを導入した。電力使用制限令の法的制限値とは別に、東京電力・東北電力管内それぞれの拠点合計での目標デマンド値を定めるとともに、各拠点にも、削減可能電力に応じて、拠点別の目標デマンド値を設定した。全体のデマンドが超過しそうな場合は、システムによる自動警報メールのほか、電話による緊急対策指示を行うこととし、削減能力の高い大規模拠点を中心に、調整する方式とした。

3. デマンド監視システム

3.1 機能

このシステムは、当社製デマンド監視機器を各拠点に配備し、各拠点のデマンドデータを一元管理する集中監視サーバを本社に設置することによって構築した(要旨の図)。

デマンド監視機器と集中監視サーバは、社内ネットワーク(MELIT網)を通じて接続されており、セキュリティにも配慮した仕組みとなっている。

次に、各コンポーネントの今回使用した主な機能について述べる。

(1) デマンド監視機器“E-Energy”

- ・各拠点の受電のパルス信号から現在のデマンド値(30分間の積算電力量)を10秒ごとに記録する。

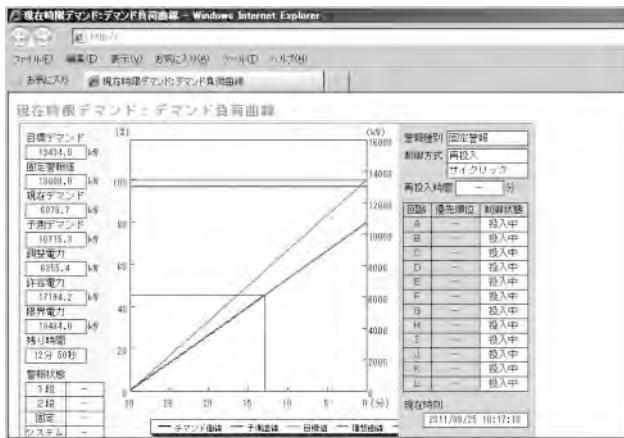


図2. デマンド負荷曲線

- ・目標デマンド(管理上のデマンド上限値), 固定警報値(目標デマンドに対する事前警告用制限値)を設定することによって, 現在デマンドの推移に応じた警告(表示・メール・ブザー等)を通知する。
- ・現在デマンドと連動して, 予測デマンド(デマンド時間終了時点におけるデマンドの予測値)や調整電力(デマンド時間終了までの残り時間内に目標デマンドへ到達するのに必要な削減・追加電力)を自動計算し, デマンドの事前の迅速な調整を支援する。
- ・目標デマンド, 固定警報値, 現在デマンド, 予測デマンドの関係をグラフ化(図2)した負荷曲線や, 警報の発生状況をリアルタイムに表示する。
- ・当社製Web対応空調コントローラ“G-150AD”と連携し, デマンド負荷に応じた空調の自動制御が可能である。

(2) 集中監視サーバ

集中監視サーバは, 今回開発した広域デマンド監視ソフトウェアと当社製省エネデータベースサーバソフトウェアによって構成される。

①広域デマンド監視ソフトウェア

- ・各拠点のE-Energyから10秒ごとにデマンドデータや警報の有無をHTTP(HyperText Transfer Protocol)通信によって収集し, Webブラウザで一覧表示する(表1)。
- ・1時間の電力で判断される電力使用制限令に対応するため, 60分単位でのデマンド値を算出する。
- ・複数拠点をグループ化(例えば, 電力管内単位)することによって, デマンドデータの拠点合計を自動演算する。
- ・拠点合計の目標デマンド(管理上のデマンド上限値), 固定警報値(目標デマンドに対する事前警告用制限値)を設定することによって, 警告メールを同報発信する。

②省エネデータベースサーバソフトウェア

“EcoManager II”

広域デマンド監視ソフトウェアでは表示するのみだが,

表1. デマンド監視画面の表示内容

分類	表示項目	基準時間		更新間隔
		30分	60分	
計測値	現在デマンド	○	○	10秒
	予測デマンド	○	—	10秒
	調整電力	—	○	10秒
警報の有無	前回デマンド	○	—	10秒
	残り時間	○	—	10秒
	一段警報	○	—	10秒
設定値	固定警報	○	○	10秒
	超過警報	—	○	10秒
	目標デマンド	○	—	固定
通信エラー	固定警報値	○	—	固定
	通信異常	○	—	10秒

○: 常時表示, ○: 発生時のみ表示

このソフトウェアでは, 各種デマンドや電力量データ蓄積・データベース化し, 統合管理を実現する。

- ・各拠点のE-Energyのデマンドデータを30分単位でFTP(File Transfer Protocol)通信によって収集し, 日次ログファイルとして保存する。
- ・収集したデマンドデータから, 原単位や傾向分析, グラフ表示, 日月年報の帳票を自動作成する。
- ・複数拠点のグループ化や拠点別の比較・分析が可能である。

3.2 特長

このシステムの特長は, 主にWebベースのメンテナンスのしやすさ, 複数の警報を備えた多様なデマンド超過の防御支援にある。

(1) Webベースのデマンドの見える化管理

デマンドの監視を行う管理用パソコンには, Webブラウザさえあれば, 専用ソフトウェアのインストールは必要なく, 簡単に運用が始められる。インターネット上どこからでも閲覧できるため, 遠隔地からの監視も可能である。各種設定もWeb画面の簡易な操作で行うことができる。

画面の自動更新によって, Webブラウザを表示しておくだけで, デマンドのトレンド情報(増減傾向)を常時把握することができる。

(2) 異常時の警報

このシステムでは, 緊急時のデマンド抑制対応の迅速化のため, 次の4つの警報を作動させ, 常時監視に備えた。これらの警報が発生した場合, 管理画面に発生状況が表示されると同時に, 警報の種類に応じて, 発生拠点や本社関係者へ自動的に警報メールを発信する。

- ①一段警報: 予測デマンドが目標デマンドを超えたとき
- ②固定警報: 現在デマンドが固定警報値を超えたとき
- ③超過警報: 現在デマンドが目標デマンドを超えたとき
- ④通信異常: 各拠点との通信障害が発生したとき

ただし, 実際の運用では, 電話による状況把握や連絡も並行して行い, 拠点合計の使用電力に余裕があれば, 警報が出ても様子を見るなど, 運用ルールに柔軟性を持たせた。

4. デマンド管理による節電効果

4.1 節電効果

各拠点の節電努力と、昨年に比べて比較的高温の日が少なかったことも幸いし、期間中を通じて、東京電力・東北電力管内の両方ともに、合計使用電力の前年度比25%削減の目標はクリアすることができた。8月は、各拠点の目標値のバランスを最適化し、自家発電の使用は極力停止、通常シフトへの復帰等、過度な負担ができるだけ減らすよう改善した。節電対策は、同時に使用電力量の削減にもつながり、昨年同時期と比較し、受電電力量で19%の省エネルギー・CO₂削減にも成功した。

一番大きな成果を上げたのが、運用管理の徹底やLED (Light Emitting Diode)等の高効率機器への更新による、照明・空調・生産設備等の節電で、節電実績全体の16.5% (昨年との気温差による調整後)に相当する。

次に大きな節電効果となったのは、太陽光発電システムによる創エネルギーである。今夏の節電対策では、拠点合計で、新たに約2MW規模の太陽光発電を導入した。各拠点の太陽光発電の発電実績を見ると、晴天時は定格に対し平均して80%以上の出力が見込めることが確認できた。

今回は、かなり高い削減目標に取り組むことになったため、各事業所とも抜本的な対策が必要となり、次の①～③のような生産・作業シフトも実施した。

- ①輪番操業、ピーク時間外や休日・夜間への生産シフト
- ②夏季から下期業務へのシフト(業務年度計画の変更)
- ③他地域への生産シフト(設備の移動、従業員の異動)

これらも大きな効果をもたらしたが、今後、長期にわたって全国的に電力不足が予想されることを考えると、②と③については、今冬以降の節電対策にそのまま継続することは難しく、事前のきめ細かな調整が必要である。

4.2 運用における課題

(1) 気象情報を考慮したデマンド管理

日々のデマンドの推移を分析すると、気温の高低にかなり傾向が似ている(図3)。特に、太陽光発電を併用している場合、天気(日照量)による影響も大きい。

今後の運用では、天気予報や電力会社が発表する電気予報を考慮した日々のデマンド予測や目標管理が重要と言える。

(2) 太陽光発電システムを活用したデマンド管理

夏季は、日中の太陽光発電による発電量を考慮した電力管理が有効であることが確認できた。契約電力に対し、最も設置規模の大きいオフィス系拠点の例(図4)では、拠点内の使用電力は一般的な事業所と同様に11時や14時にピークを迎えており、太陽光発電の効果で、太陽が陰る夕方に商用電力のピークがきていることがわかる。

この事例のように、使用電力の変動が緩やかで、日によ

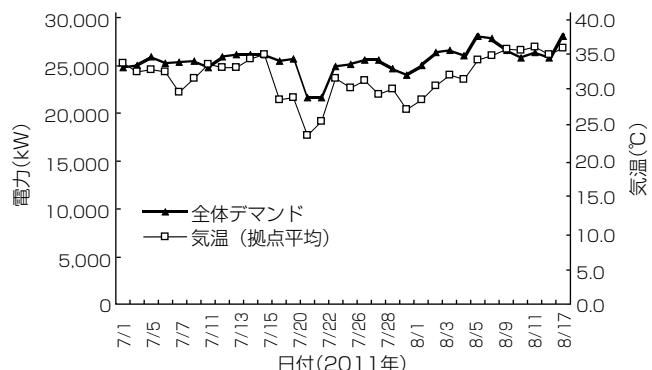


図3. 拠点合計(東京電力管内)と気温の関係

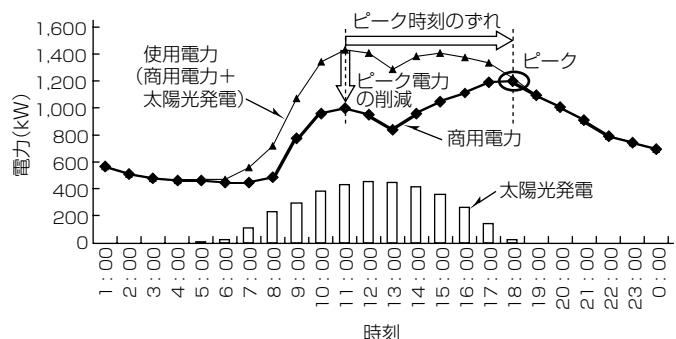


図4. 太陽光発電によるピーク電力削減効果の事例

って大きく傾向が変わらないオフィス系の事業所では、電力のピーク時刻がずれることで使用電力の集中を回避し、節電することができるため、太陽光発電が有効に働くことが期待できる。ただし、この効果は、契約電力(使用電力)に対しある程度の設置規模が必要ため、費用や設置面積などを考慮した慎重な検討が必要である。

5. むすび

今夏は、当社だけでなく、社会全体がまだかつてない節電に取り組み、東京電力・東北電力管内では予想以上の大幅な電力の削減に寄与した。この結果、電力制限令は、当初の予定を2週間早め9月9日に解除された。

しかし、原子力発電所の停止は、今や全国的な問題となっており、被災した東京電力・東北電力管内だけでなく、関西や九州・四国等の電力管内でも電力不足が懸念されている。今後もしばらく、我が国の電力需給状態は依然厳しい状態が続くことが予想され、当社グループの大きな生産拠点が多く存在する地区では、今冬・来夏に向けた節電対策が喫緊の課題である。

当社はこのような電力リスクに対応するため、デマンド監視システムを強化するとともに、全国の大規模拠点を対象に導入範囲を拡大して、使用電力の集中管理を行っていく計画である。また、ピーク電力の削減で得たノウハウを、省エネルギー(電力使用量の削減)やCO₂削減施策の立案・実行にも反映していく予定である。

オフィスビル省エネシミュレーション技術

川岸元彦*
竹内浩一**

Energy Saving Simulation for Office Building

Motohiko Kawagishi, Koichi Takeuchi

要旨

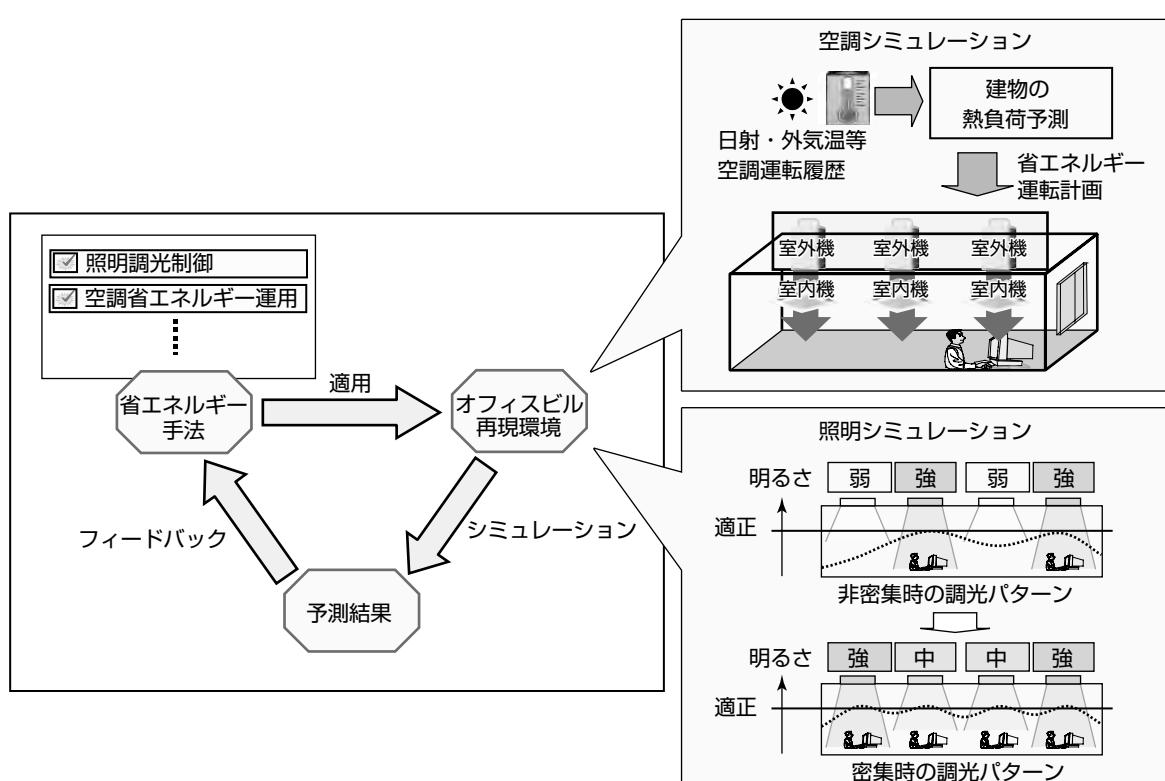
昨今、持続可能な循環型社会の実現の観点から、エネルギーの有効利用が重要な課題となっている。特に業務用ビル(以下“オフィスビル”という。)では、近年のエネルギー消費の増加が著しいため、省エネ法改正や東日本大震災後の節電対応を踏まえた省エネルギー対策が急務である。

オフィスビルの消費電力量の約7割を占める照明と空調の省エネルギー対策は重要な課題であり、これまでに各種センサを活用した運転方法や高い省エネルギー性能を持つ機器への更新などの様々な対策が提案されている。しかし、これらの対策に伴う効果の予測では、例えば、照明の場合は、各執務者の座席配置や動態情報等が十分に考慮されて

はおらず、一方、空調の場合は、オフィスビルの熱特性と空調機の運転データ等が有機的に連携していないために予測精度に課題があった。

そこで、三菱電機では、執務者の在席状況に基づく照明制御による省エネルギー効果と、気象データや空調機の運転データ等から推定したオフィスビルの熱特性を用いた空調運転による省エネルギー効果をそれぞれ予測できる“オフィスビル省エネシミュレーション技術”を開発した。

本稿では、この省エネシミュレーション技術と当社ビルを対象にした実証実験の結果について述べる。



オフィスビル省エネシミュレーション

オフィスビル省エネシミュレーションは、空調シミュレーション及び照明シミュレーションから構成される。空調シミュレーションでは日射、外気温及び空調運転履歴から推定した建物の熱負荷を基に、除去熱量や室温の変化を予測し消費電力を試算可能である。一方、照明シミュレーションでは、ビルモデルに、照明器具配置、機種及び入退室管理装置から得た過去の在／不在情報を適用することによってビルにおける照明の稼働状態、消費電力及び机上面照度などを予測できる。

1. まえがき

近年、オフィスビルのエネルギー消費増加は著しく、省エネルギー対策が急務となっている。特にオフィスビルの消費電力量の約7割を占める照明と空調の省エネルギー対策は重要な課題であり、人の動きと連動した自動制御による省エネルギー運用⁽¹⁾や高い省エネルギー性能を持つ機器への入替え等、様々な省エネルギー対策が提案されている。

オフィスビルオーナーへの提案時には、運転方法の変更や新たな機器導入による省エネルギー効果を提示する必要がある。しかし、現状の省エネルギー効果予測は、例えば、照明の点灯を模擬する場合は執務者一人一人の座席位置や在／不在の頻度までは考慮されておらず、一方、空調の場合は導入先のオフィスビルについて、例えば、断熱性や蓄熱性等の熱的な特性が考慮されていないために、予測精度に課題があった。

2. 省エネシミュレーション技術の概要

現状の省エネルギー効果の算出では、開発した省エネルギー制御方式をオフィスビルで実際に運用することによって、その効果を検証する方法が一般的である。一方、本稿では①オフィスビルを計算機上でモデル化し、②モデル化したオフィスビルで照明・空調機器の実運用を模擬することによって、省エネルギー効果と快適性を検証し、③空調機や照明等の機器制御へフィードバックするという手法を提案する。

3. シミュレーション技術の特長

3.1 照明シミュレーション

照明の省エネルギー手法として、人感センサや入退室管理装置から得られる人の在／不在情報を利用し、照明を点

灯（調光）させる制御手法が実用化されている⁽¹⁾。しかし、これらの省エネルギー制御によってどれだけの節電効果が得られるかは、オフィスビルごとの立地条件や照明器具の配置、座席配置の偏り等によって異なる。そのため省エネルギー制御による節電効果を正確に予測することは難しい。

そこで、省エネルギー制御による節電効果を予測可能にするため、照明省エネシミュレータを開発した。このシミュレータには、照明器具の配置、機種、及び壁の反射率などの情報に加え、執務者の座席位置と時間ごとに変化する執務者の在／不在の情報を用いて構成するビルモデルが組み込まれている。このモデルに実際のビルの照明器具配置、機種、及び壁の反射率、執務者座席位置、入退室管理装置から得た過去の在／不在情報を当てはめることで、実際のビルにおける照明設備の稼働を模擬することができ、結果として照明の消費電力とその際に得られる机上面照度が予測可能となった。これによって、例えば、①壁スイッチ単位でのON/OFFする制御と、②在室者付近の照明器具だけを調光点灯する省エネルギー制御とを比較し、節電効果と快適性（明るさ）を定量的に評価することが可能となった（図1）。

3.2 座席・照明相関モデルに基づく省エネルギー制御

ここで提案する照明制御では、執務エリアにおける在席状態に応じて、執務スペース付近にはあらかじめ設定された目標照度を与える一方、不在者エリアの明るさを抑えることで省エネルギーを実現する。まず、照明と執務者の座席位置に基づき照明が座席位置に与える明るさの影響度をモデル化し、在室者間の距離に基づき在席密度をモデル化する（図2）。そして、その影響度に基づき在席者の座席付近だけをあらかじめ設定された明るさになるように照明を調光制御する。一方、在席密度大の領域では、複数の照明が複数の在席者へ影響を及ぼすため、各在席者の明るさが



図1. 照明省エネシミュレータ

目標照度に近づき、かつ消費電力量を抑えるように照明を調光制御する。この省エネルギー制御方式の制御イメージを図2に示す。この図に示すとおり、在席状況や在席密度に応じて照明の調光率を変化させることで、執務者エリアの在席状態に合わせて照明を最適に制御することが可能となる(図3)。

3.3 空調シミュレーション

空調機は室内の温度を一定に保つために不要な熱を除去する、又は熱を室外から運んでくる仕事をしている(以下、冷房時の運転を想定して“除去する”という)。空調機の仕事を効率化するためには、室内から除去すべき熱量を把握することが望ましい。しかし、その熱量は、壁の材質や厚

さ、窓の大きさ、在籍人数、OA(Office Automation)機器の稼働状況及び外気温や日射量などによって大きく変動するため、事前に把握するのは困難であった。

そこで、過去の気象データと空調機稼働データを用いて、オフィスビルの断熱性能や蓄熱性能などの熱特性を推定することによって、除去熱量や室温の変化を予測し、消費電力量を試算可能な空調省エネシミュレータ(図4)を開発した。このシミュレータによって、空調機の運転スケジュールや省エネルギー効果を事前に検証・評価することが可能となる。

次に、このシミュレータの核となる建物熱特性推定モデルと空調最適運転スケジュールの立案について述べる。

3.3.1 建物熱特性推定モデル

建物熱特性推定モデルは、窓・壁からの熱の侵入、人やパソコンの発熱、空調機の排熱等の関係を表す熱回路網モデルとして定式化する。モデルの係数として表現される壁の断熱性や蓄熱性等の熱特性は、過去の外気温・空調運転履歴等のデータを用いて推定する。この推定には、物理的な理論式とデータの統計処理とを組み合わせた、グレーボックスモデルと呼ばれるシステム同定手法を用いる。このモデルに翌日の気温変化を入力データとして与えることによって、翌日の除去熱量を予測できる。

3.3.2 空調機最適運転スケジュールの立案

次に、予測した熱負荷を除去しつつ、複数の空調機トータルでの消費電力が最小となるような運転スケジュールを立案する。その際、居住者の快適性を損なわないように、フロアを複数のエリアに分割し、各エリアの室温を設定温度に近づけるように運転する。

4. 実 証 実 験

今回、震災に伴う節電対策の一環として、構内の複数ビルに分散していた執務者を1棟のビル(図5)に集約した。この機会を利用し、シミュレーション精度の検証と省エネルギー効果の実測を行う実証実験を実施した。実証対象のエリアは、このビルのうち7フロア(延床面積約12,000平米)、照明約1,500台、空調室内機約350台を対象とした。また、人員集約後の執務者数は約1,200名(震災前:約500名)となっている。

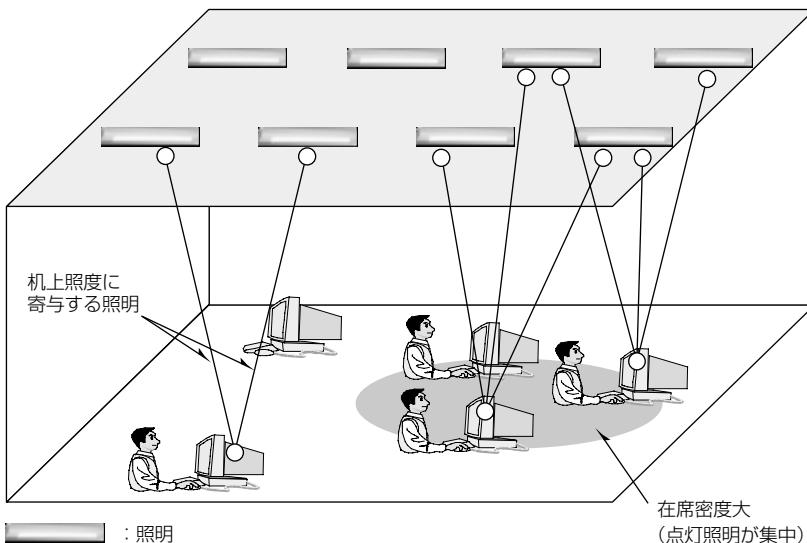


図2. 座席・照明相関モデル

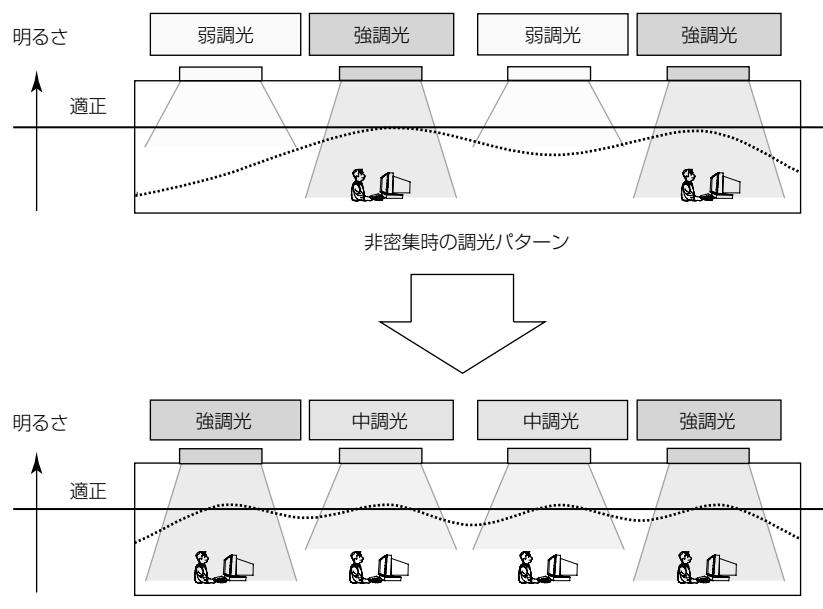


図3. 省エネルギー制御方式

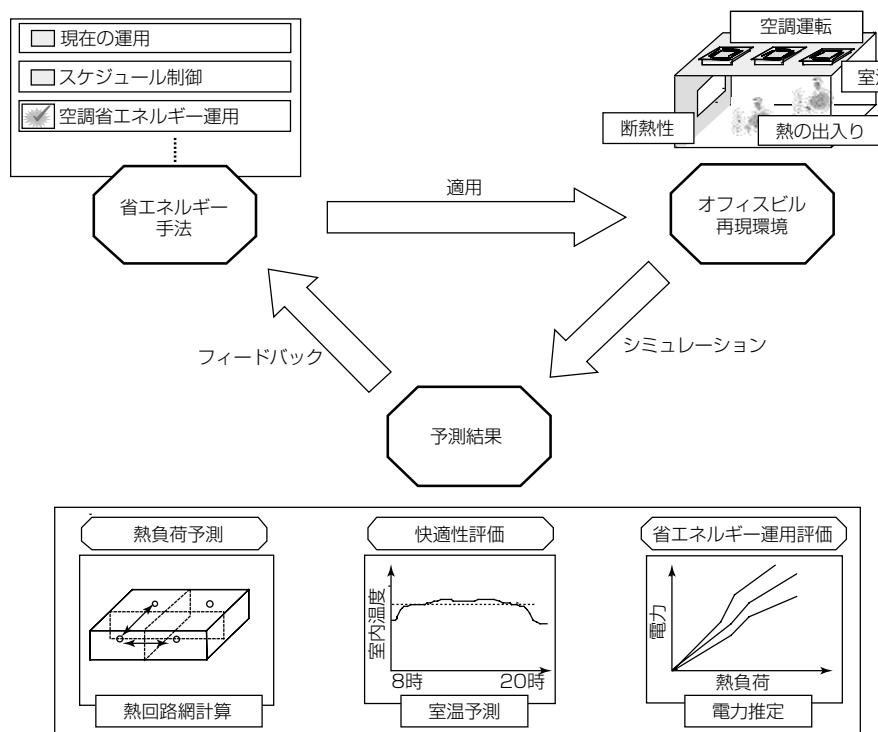


図4. 空調省エネシミュレータ

4.1 照明シミュレーションの検証

照明器具の情報、及び執務者の座席位置と在／不在の情報を入力としてビルを再現し、省エネルギー制御を適用した場合の消費電力量を算出した。なお、在／不在の情報は、実験対象ビルに設置済みの当社製入退室管理システムから取得した執務者の出入り情報を利用した。その後、実証対象ビルに省エネルギー制御を実際に適用し、消費電力量を実測評価した。シミュレーションの結果、執務者をビルへ集約した場合でも、入退室と連動した調光制御による省エネルギー制御によって、壁スイッチによる通常運用と比較してピーク時の消費電力を30kW削減可能と予測した。その後の実測評価では、ほぼ想定どおりに電力を削減できることを確認した。

4.2 空調シミュレーションの検証

実証対象ビルで収集した空調運転履歴と気象情報を用いてビルの熱特性を推定した。その後、実証対象ビルの1フロアに対して、先に述べた熱特性推定に基づく空調機省エネルギー運転を実際に適用し、消費電力量を実測評価した。なお、震災による人員集約に伴い、このフロアの収容人員は約130名（震災前：約60名）である。昨年同時期と比較した結果、収容人員約2倍に対してほぼ同等の消費電力量（2週間の平日平均で5%削減）で空調制御が可能であることを確認した。また、制御対象フロアを7エリアに分割して制御した結果、各エリアにおける設定温度に対する室温の二乗誤差平均が1°C未満となり、エリア間の室温のばらつきが改善されたことも確認した。



図5. 実験対象のビル

5. むすび

本稿で述べたシミュレーション技術は、オフィスビルの空調や照明機器の運転方式改善や省エネルギー機器への更新に伴う省エネルギー効果の事前検証に不可欠である。今後、オフィスビルの省エネルギー、及びゼロエミッションビルの実現に向けて、このシミュレーション技術の更なる深化と空調や照明に対する省エネルギー制御技術の研究開発を進める所存である。

参考文献

- (1) 金子洋介, ほか: 入退室管理-照明連携省エネ制御システム, 三菱電機技報, 83, No.9, 551~554 (2009)
- (2) 野中美緒, ほか: Grey-boxモデルを適用した建物熱評価モデルの検討, 空気調和・冷凍連合講演論文集, 44, 131~134 (2010)

三菱電機グループの 製品環境配慮施策の方向性

田中基寛*

Direction of Mitsubishi Electric Group's Policy for Eco-conscious Products

Motohiro Tanaka

要旨

我が国で2001年に施行された家電リサイクル法(特定家庭用機器再商品化法)に対応し、三菱電機は“環境適合設計”を導入した。その基礎の上に立ち、“製品”に関する施策として、3年ごとに策定する中期計画である、第4次環境計画(2003～2005年度)、及び第5次環境計画(2006～2008年度)の6年間、“エコプロダクツ率”指標による環境適合設計の普及を行った。これは一つの画期をなし、グループ全体への環境適合設計の浸透を実現した。

2007年に策定した長期ビジョン“環境ビジョン2021”に基づく第6次環境計画(2009～2011年度)から、“製品使用時CO₂の30%削減”に代表される環境性能向上を目指す具体的な施策を中心とする新たなフェーズに入った。緊急の課題として社会的コンセンサスのある“製品使用時CO₂の30%削減”を具体化するために、“平均削減率”的算定方法

と、その基礎となる当社グループで製造する“製品群”概念を定め、開発計画と環境性能向上計画とを完全に連動させた。

今後も環境適合設計のトータルな進化度合いが問われるというよりは、いくつかの環境性能に注目した向上策が求められると思われる。製品使用時のCO₂削減は今後も継続的改善の中心課題であり、当社の信頼性を向上させるために、環境性能向上とともに情報開示やグローバル対応を進める。化学物質対策は多岐にわたる遵法対応とともに代替化の開発が必要となるなど高度な取り組みが、また循環型社会形成への貢献のためには、資源投入量削減のほかに、資源確保、環境負荷のグローバルな拡散防止等、多角的な観点での取り組みが要求される。

環境適合設計の導入～浸透期（2000年前後～2008年度）

- ・家電リサイクル法対応で、“環境適合設計”を導入
- ・第4次環境計画～第5次環境計画で“底上げ”施策
(MET視点でのファクタX指標によるランクシステムを使った“エコプロダクツ率”向上施策)

“環境ビジョン2021”策定を受けた、CO₂削減中心に特定の環境性能の向上期（2009年度～）

- ・“CO₂削減”を強力に進める社会的コンセンサスを背景に、環境性能向上施策へと転換
- ・“製品使用時CO₂の30%削減”を第6次環境計画で具体化
- ・“平均削減率”的論理を構築、当社グループ213の“製品群”を設定
- ・製品の開発計画と完全に連動した環境性能向上計画

今後：特定の環境性能向上への社会的要件は不变。ただし多様化

- ・CO₂削減に関しては事業と直結、グローバルな環境性能向上の説明が重要
- ・化学物質については、量的な継続的改善の概念を超えた高度な取り組みが必要
- ・循環型社会形成への貢献のためには、多角的対応が必要

MET : Material Energy Toxicity

当社グループの製品環境配慮施策の展開

環境適合設計の導入～浸透期の後、CO₂削減を中心に特定の環境性能の向上期へと転換した。この傾向は今後も基本的に変わらないが、必要とされる施策は、課題ごとに多様化すると考えられる。

1. まえがき

我が国で2001年に施行された家電リサイクル法(特定家庭用機器再商品化法)に対応し、当社は“環境適合設計”を導入した。その基礎の上に立ち、“製品”に関する施策として、3年ごとに策定する中期計画である第4次環境計画(2003～2005年度)及び第5次環境計画(2006～2008年度)の6年間，“エコプロダクツ率”指標による“環境適合設計”的普及を実施した。これは一つの画期をなした。2007年に策定した長期ビジョン“環境ビジョン2021”に基づく第6次環境計画(2009～2011年度)から，“製品使用時CO₂の30%削減”に代表される、環境性能向上を目指す具体的な施策を中心とする新たなフェーズに入った。この傾向は今後も続くと考えられる。

本稿では当社の“製品”的環境適合設計の仕組みと“施策”的発展過程とを俯瞰(ふかん)し、今後について展望する。

2. 製品の環境施策の基礎

2.1 “環境適合設計の理念”と“METの3つの視点”

当社は家電リサイクル法の制定と軌を一にして、製品開発における“環境適合設計”的導入を進めた⁽¹⁾。

“環境適合設計の定義及び理念に関する規定”を1999年に定め、その中で3つの視点(“M”Material：資源の有効活用，“E”Energy：エネルギーの効率的利用，“T”Toxicity：環境リスク物質の排出回避、これらの頭文字をとって“MET”と呼んでいる。)に基づくことを定めた。この3視点すべてで継続的改善を図るというマネジメント・スタイルの、製品の環境性能の改善活動を進めた⁽¹⁾。

2.2 製品アセスメント

製品の環境侧面と改善の価値観を14の視点にまとめ、合計50を超える評価項目からなる改善用チェックリストを作成し、これによる改善評価を製品開発における不可欠の過程とする“製品アセスメント”を規定に定めた⁽¹⁾。この製品アセスメントは、(財)家電製品協会の製品アセスメントマニュアルを基礎にして開発した。なお、この製品アセスメントとは“製品の環境アセスメント”的ことを指す。

社内規則として規定した“製品アセスメント”は、当社グループの環境マネジメントシステムで、製品の継続的改善を具体的に進め、文書化する根拠となっている。製品開発の規定中にこのアセスメントの実施を組み入れたことによって、確実性を保証している。適用対象は、当社グループのブランド製品すべてである。

なお、14番目の視点はLCA(Life Cycle Assessment)であり、“ライフサイクル・シンキング”をここで保証している。

2.3 MET視点による環境効率の算出

2.1節で述べた環境適合設計の理念の規則化と同時に、“MET視点”による製品の環境効率の向上度(倍数値)“ファ

クタX”的算出方法を開発した⁽¹⁾。多項目を集約、統合化する方法として当社独自に定めたもので、METの3視点での改善をバランスよく行う姿勢を反映している。この数値“ファクタX”的機能は、製品の改善度合いを、改善と正に相関する単一の数値で表現することである。

2.4 “エコプロダクツ率”指標による環境適合設計の普及

製品アセスメントの制定によって、“環境適合設計のマネジメント”的基礎を確立したのに引き続き、次の段階として、当社グループ・ブランド製品の環境適合設計のレベルアップを図る施策を実施した。2003年度から6年間実施した“エコプロダクツ率”指標による環境適合設計の普及”施策⁽¹⁾である。

第4次環境計画で、“ファクタX”を用い、製品の環境配慮度合いの向上を図るランキング・システムを開発した。それは、ファクタX数値に2段階の水準を設け、下側のレベルを超えたものを“エコプロダクツ”，上側のレベルを超えたものを“ハイパーエコプロダクツ”というランクに認定する仕組みである。これに基づき、開発製品における“エコプロダクツ”的率(売上高比率)を継続的に向上させる施策を実施した。

この施策は、当社グループ製品全体の“底上げ”を図るものと位置付けられ、エコプロダクツ率は“環境適合設計の本格的導入完了”と、“基礎的な環境配慮の達成”的度合いを示す。2008年度に量産品でエコプロダクツ率100%，非量産品で80%を達成し、この施策を終了した。

なおファクタX指標自体には数値上限がないので、評価指標として有効であり、現在も使用している。当社は10のプロフィットセンターからなる各事業本部制をとっており、各事業本部の状況に合わせ、製品アセスメント時に同指標を継続使用している。代表的なのは家電製品を製造・販売しているリビング・デジタルメディア事業本部で、開発品に対し環境配慮とユニバーサルデザイン配慮の水準評価を行っており、環境配慮水準評価として先に述べたランクシステムを機能させている。

3. 環境性能向上施策への転換

3.1 “環境ビジョン2021”的役割

“環境ビジョン2021”は、当社環境経営における“製品での社会貢献”的本格化と製品施策の“環境性能向上施策”への転換という役割を果たし、製品の環境性能向上を強化した。

“環境ビジョン2021”的制定(2007年10月)の背景には、2008年のG8洞爺湖サミットなどに象徴される“地球温暖化防止”が緊急の世界的な共通課題であるという認識の確定や、この課題の国際政治課題化がある。2007年発表のIPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change：気候変動に関する政府間パネル)の第4次評価報告書によっ

て温室効果ガスが近年の世界規模の気候変動の原因とする見方が根拠づけられ、企業の環境経営における“エネルギー消費由来のCO₂発生を抑制する”ことの優先度・重要度が高まった。

“環境ビジョン2021”では、CO₂発生抑制に対し、“生産時のCO₂削減”に加え、“製品使用時のCO₂削減”及び“発電時のCO₂削減への貢献”を、当社グループの“低炭素社会実現への貢献”活動の柱として据えた。後の2つは“製品”に言及したものであり、製造業にとっての環境対策が、“自らを律して環境に配慮した生産を行う”だけでなく、“自らが生みだす製品・サービス・事業によって環境を改善していくことが重要である”との認識を明確にした。

長期ビジョン“環境ビジョン2021”は、中期計画である3年ごとの“環境計画”的策定方法を“バックキャスティング”方式にし、特に生産時のCO₂削減に対して従来よりも高い目標での取り組みを推進させるなど、環境経営における力強いドライブとして機能している。製品施策でも、“環境ビジョン2021”的目標である“製品使用時CO₂の30%削減(2000年度比)”に対応して、バックキャスティングで3年ごとの環境計画での目標を定め、その実現を図るという方式に転換した。すなわち、それ以前の“環境適合設計のレベルアップ施策”から、“具体的な環境性能の向上施策”へと転換したのである。

3.2 開発計画との連動

また，“環境性能向上計画”と経営の中心である“開発計画”とを完全に連動させるという転換もこの機に行った。すなわち、製品開発で、その環境性能を開発中に並行して評価し、継続的改善を続けるアプローチ(従来型)から、開発計画と環境性能向上の計画とを最初から一致させ、経営部署に売上げ成果と同時に環境性能向上の成果のコミットを求めるアプローチへ転換した。本業による環境経営の強化といえる。

3.3 製品使用時CO₂の30%削減

“製品使用時CO₂の30%削減”の目標値は、“生産時CO₂の排出総量30%削減”と同様、21世紀の半ばには21世紀初頭よりもCO₂排出量を50%削減すべきとの当時の世界的認識を考慮し、中間年である2021年に設定されたものである。第6次環境計画では、これを具体的に進めるために、数値目標の内部構造を構築した。

3.3.1 “削減率”による30%削減

“2021年には、2000年度比で製品使用時CO₂の排出を30%削減する”という長期目標を第6次環境計画で具体化するにあたり、①CO₂排出総量での目標ではなく、“削減率”での目標とする、②当社全体としての目標であるため、製品個々での削減率を平均するの2点を決めた。

生産時のCO₂削減については“排出総量での30%削減”をめざすという厳しい目標とした。これは、この課題が“自

らに排出抑制を課す”性格を持っているからである。これに対し、製品は、その売上げが企業の本来の命題である持続性に資するものであるため、総量の制約は適さない。CO₂排出の抑制につながる高効率の製品を、社会で使ってもらえばもらえるほど、社会全体としてのエネルギー効率も向上する。こうしたことから“製品使用時CO₂の削減”は“削減率”を目標とした。

3.3.2 “平均削減率”の算出方法

“平均”的ために，“排出抑制量”的概念を導入した。製品*i*の2000年度(基準年度)品の年間CO₂排出総量をx_i(fy2000)とし、評価を行う*j*年度品の年間CO₂排出総量をy_{i(j)}とすると、製品*i*の1台あたりの2000年度に比較しての*j*年度の年間CO₂の排出抑制量は、x_i(fy2000) - y_{i(j)}となる。これに、*j*年度での販売台数z_{i(j)}を乗算すると、製品*x*の*j*年度の年間CO₂排出抑制総量B_{i(j)}が求められる。一方、*j*年度で仮に基準年度製品を販売した場合、排出総量はx_{i(fy2000)}にz_{i(j)}を乗算した数値(A_{i(j)})になる。この両者の比率が削減率(=CO₂発生抑制率)R_{i(j)}となる。これを用い、複数製品の平均削減率R_{ave(j)}を次のように定義した。

すなわち、平均の対象となるすべての製品で、“仮に基準年度製品を当該年度に販売した場合のCO₂排出総量”に対する“当該年度製品を販売した場合のCO₂排出抑制総量”的比を、“平均削減率”とした。量的な貢献が、そのまま平均における重みをなす単純な考え方である。

3.3.3 “製品群”の設定

当社全体での製品のCO₂排出抑制量のような量的評価を可能にするためには、その実態に対し、それを部分的にまとめるメッシュを採用し推計する構造が複数のフェーズで必要となる。年間の使用モデル、消費電力計測方法、新規の改善機種と継続機種との合計及び平均化等、必要な推計フェーズのすべてを、“製品群”の概念に集約することにした。すなわち“製品群”を、“製品の一般名称”であり、機種やラインアップの広がりを含む“事業名”的な概念として定義し、第6次環境計画以降の製品改善施策の基本的枠組みにとらえた。

当社で提供する製品の種類は多岐にわたる。毎年公開する会社経歴書で各製造拠点が製造している製品の名称を挙げており、約170になる。**2章**で述べた“エコプロダクツ率”向上施策時にはこの数値を当社グループ製品の種類数として使用した。第6次環境計画の製品群設定にあたり、この

名称群を基にしながらも、各製作所が策定する開発計画の種別に整合させて、“製品群”として見直した。3. 2節で述べた“開発計画との連動”を図るためである。この結果、海外関係会社で販売される海外向け製品も含め213製品群が、当社グループ全製品群であり、第6次環境計画の母集団となった。

一つの製品群は、それに属するすべての製品・機種の環境負荷(や抑制)の量をすべて包含する。包含するロジック(推定方法)は製品群ごとに文書化している。

3.3.4 第6次環境計画での目標値設定

“製品群”の概念を用いて、“製品使用時CO₂削減”の対象となる製品群を各事業本部から募り、84の対象製品群を選択した。それらすべてについて開発計画と連動した2021年までの長期削減計画を事業本部で策定した。上述の“平均削減率”を求めたところ、2021年に30%削減の目標は達成見込みであることがわかった。同様に2011年度までの平均削減率目標を25%と設定した。なおこの目標は2010年度すでに前倒しで達成された。

4. むすび

むすびとして、今後の製品環境施策の方向性について述べる。

4.1 製品含有化学物質

製品含有化学物質については、欧州RoHS(the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment)指令のグローバル化やREACH(Registration, Evaluation, Authorization and restriction of CHemicals)規則という管理スキームの登場、国際条約での規制の具体化等、規制強化が進んでおり、単純な“含有物質削減”努力の域をはるかに超えた遵法・管理強化・物質代替の戦略的開発が必要な環境課題へと変質した。例えば3. 2節で述べたMET視点のファクタXで追う量的な“継続的改善”プログラムでは対応できない複雑性を持つに至っている。これについては、この特集号の論文“化学物質規制と環境技術戦略”を参照されたい。

4.2 事業と連動したグローバルな製品環境情報開示

ここまで俯瞰した通り、環境ビジョン2021の策定及びこれを受けた第6次環境計画の期間までは、“CO₂排出の削減”を強力に進めるコンセンサスが社会的に築かれた期間であり、施策もこれに対応して転換した。現在“第7次環境計画(2012~2015年度)”を策定中であり、この社会的傾向及び当社施策の方向は不变ととらえている。当社は、す

べての製品・サービス・事業で環境配慮・環境貢献を目指す立場を近年明確にした(この特集号の巻頭論文参照)。したがって今後は、当社が力を入れる事業について優先的に、CO₂排出抑制効果を中心とする環境貢献度合いを、より適切に対外的に情報開示することで、主張の信頼性担保を進める必要があると考える。

この点について、グローバル市場における当社製品の情報提供は、環境負荷のより少ない社会の発展に寄与していくためにも、重要になるとを考えている。

また、世界各国で製品のエネルギー効率や、その性能表示に関する規制が増加してきている。これらにこたえながら、社会をリードすることができる技術力・生産力が重要なとなる。

さらに、3. 3. 2節で述べた削減率計算を基に、特定の製品群又は、全製品群でのCO₂排出抑制の貢献を“当社グループ全体での量”として示していくことも、当社環境経営の信頼性向上にとって有効と考えている。その際は、耐用年数分の効果の加算方法を含め、電機・電子業界で検討している標準的な考え方と整合させて進める予定である。

サプライチェーンを含む情報開示に向けては、その前提となる社会的コンセンサスの形成や、法規等のスキーム、及び情報システムの進化・整備と活用実績が必要である。

4.3 資源投入量削減、循環型社会形成への貢献

製品の小型化・軽量化をねらった“資源投入量削減”も環境ビジョン2021で長期目標化されている。しかし社会的なコンセンサスの有無の観点からは重量削減のみならず“循環型社会形成”に貢献する種々の取り組みが重視されるを考える。希少な資源の回収技術や、使用を控えるための技術も資源戦略として重要性を増すであろう。リサイクルについては、家電リサイクル法のような回収からリサイクルまでクローズしたループ部分を構成できるシステムはむしろ稀(まれ)で、重量的にも種類的にも大多数を占める産業機器は産業廃棄物としてのオープンな社会システムによって循環的利用に供される。循環的利用促進の観点、資源確保の観点、環境負荷のグローバルでの拡散防止の観点から、産業機器における環境適合設計について見直し・深化させることが必要となると考えている。

参考文献

- (1) 田中基寛：三菱電機の製品環境配慮施策、三菱電機技報、81, No.6, 381~384 (2007)

次世代家電リサイクル技術

山田 朗*
椋田宗明*

Advanced Recycling Technologies for Plastics used in Home Appliances

Akira Yamada, Muneaki Mukuda

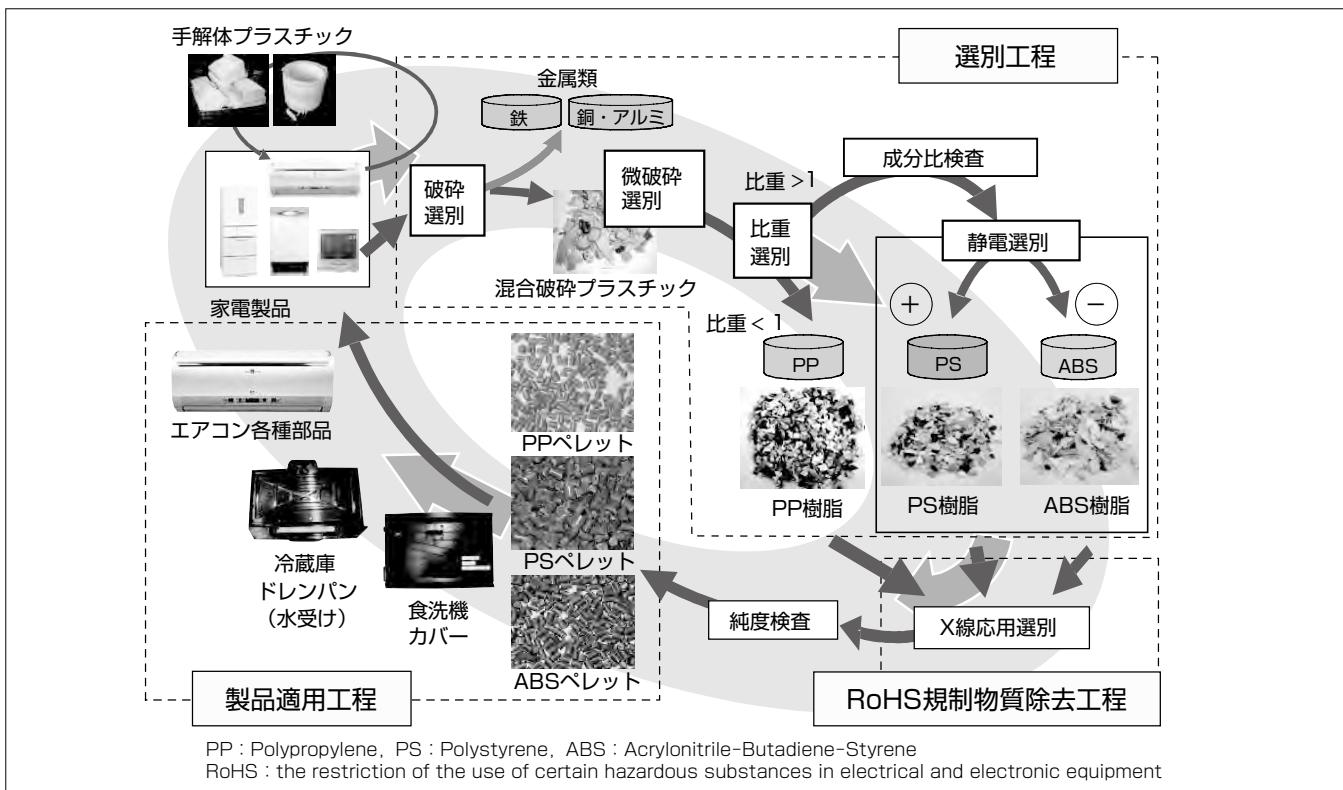
要旨

家電リサイクル工程で発生する混合破碎プラスチックを三菱電機製品へ再利用する自己循環プラスチックリサイクルの拡大には、選別工程の効率化と品質の向上が必要である。そのため、①プラスチックの高精度な自動樹脂識別技術、②高濃度臭素含有樹脂の大量選別除去による環境適合(RoHS適合)化技術、③製品適用時の意匠性を担保しうるプラスチックの色彩選別及び異物隠蔽技術、の開発を行った。

樹脂識別技術では赤外分光法を応用することで、プラスチックの色にかかわらず、80%以上の樹脂識別精度を得て、混合破碎プラスチックの成分管理及び選別後の樹脂の純度管理が可能な基本技術として目処(めど)を得た。環境適合化技術では、X線を応用した臭素含有樹脂の個別識別と除去用エアの高精度制御によって、PP, PS, ABS樹脂に対

し、大量処理でのRoHS適合化を実証した。製品適用技術では、表面シボ金型の適用や成形条件の選定による再生プラスチック表面での異物隠蔽性の改善と調色範囲を広げる白系と黒系樹脂の色彩選別条件を導出し、製品適用範囲を拡大する要素技術を開発した。これらの開発技術を適用した自己循環プラスチックリサイクルでは、温室効果ガスの排出量は、埋立てやケミカルリサイクルに比べ、約76~83%の削減が見込める。

開発技術の本格適用には、樹脂識別精度の向上、連続大量処理時の臭素含有樹脂除去性能の確認、製品適用では複雑な製品形状に対する応用技術開発が必要であり、引き続き技術開発を進め、自己循環プラスチックリサイクルの拡大を推進する。



自己循環プラスチックリサイクル

家電リサイクルでは、機械破碎選別後に多様な樹脂種が含まれる混合破碎プラスチックが発生する。この混合破碎プラスチックは、当社独自の比重選別、静電選別等によって、単一種の樹脂(PP, PS, ABS)に選別分離される。これに樹脂識別技術を応用することで、リアルタイムな樹脂選別条件最適化や樹脂純度の自動評価が可能となり、効率と品質の向上が期待できる。また、X線を応用した環境規制物質の選別除去技術によって、RoHS適合化される。さらに、異物隠蔽、色彩選別技術の適用による意匠性の確保によって、水平リサイクル(自己循環リサイクル)が可能となる。

1. まえがき

当社では、循環型社会の構築を目指し、“特定家庭用機器再商品化法”(家電リサイクル法)の施行に先立ち、1999年に業界初の家電リサイクル工場である(株)ハイパーサイクルシステムズ(HCS)を立ち上げた。さらに、HCSの機械破碎選別工程で発生する多種類の樹脂が混在した混合破碎プラスチックを高度選別する再生素材化工場である(株)グリーンサイクルシステムズ(GCS)を、2010年度に稼働開始させた。GCSでは、比重選別、静電選別技術等を用いたプラスチック選別ラインが構築されている。混合破碎プラスチックは、單一種の樹脂に選別・再生され、当社の一部の製品に再生プラスチックとして適用されている。

2. 自己循環リサイクルの拡大に向けて

混合破碎プラスチックから選別回収した樹脂を更に大量に製品に適用するためには、選別工程の効率化による大量の樹脂の選別回収と品質の向上、再利用時の適用範囲の拡大が必要である。

したがって、製品市場への大量循環を実現するためには、

(1) プラスチック破碎片の樹脂種を高精度に識別する技術

静電選別前の成分比管理による選別効率の向上と選別樹脂の純度管理

(2) 環境規制物質の大量選別除去技術

臭素含有樹脂片の除去によるRoHS適合化

(3) 再生プラスチックの製品適用技術

新材料に匹敵する色合いの自由度の獲得や不可避的に残存する異物の隠蔽

の開発が必要である。樹脂の高純度化とRoHS適合化による高い品質とともに再利用時の意匠性等を確保することが重要である。

3. プラスチックリサイクルの高度化技術開発

3.1 樹脂識別技術

混合破碎プラスチックには、PP、PS、及びABS樹脂を中心に多様な種類のプラスチックが含まれており、これらの混合樹脂から高精度かつ自動で樹脂種を識別する技術の検討を行った。近赤外光を用いた樹脂識別技術は、既に白色樹脂に対し有効性が示されているが、有色樹脂に対しては適用が難しい。家電からの混合破碎プラスチックには、比較的多くの有色樹脂が含まれるため、有色樹脂に対しても識別できることが求められる。そのため、有色樹脂に対しても識別が可能であり、装置構成が比較的簡便である中赤外光による反射スペクトルを用いた樹脂識別法の検討を行った。

光学的反射を用いた手法では、試料からの信号(反射光)を十分に捕捉する必要がある。混合破碎プラスチックでは、

個々の樹脂片の厚みが様々であり、反射位置が変動するため、安定して有効な信号を得ることが難しい。この不安定因子に対して、図1に示すように入射光の挟み角を小さくすることで、プラスチック片の厚さ尤度(ゆうど)5mmを実現した。これによって試料の厚さばらつきに対する光学系の調整を行うことなしに、移動するプラスチック片に対しても十分な信号強度を得ることが可能となった。また、識別の際には、試料台からの反射光がスペクトル上に異常散乱ピークをもたらすため、反射を抑制した試料台を採用することで明瞭なスペクトル取得を可能にした。図2に反射抑制試料台を用いた場合の赤外スペクトル例を示す。これららの知見を用いて、原理検証用の装置(図3)を試作した。赤外反射分光分析法に基づいた発光・検出部、データ処理部、光照射部、そして簡易な搬送機構を備えている。この試作装置を用いて、リサイクルプラントで選別回収されたPP、PS、ABS樹脂のプラスチック片に対して識別性能の検証実験を行い、約1秒/個の速度で、80~85%の識別精度を得た。

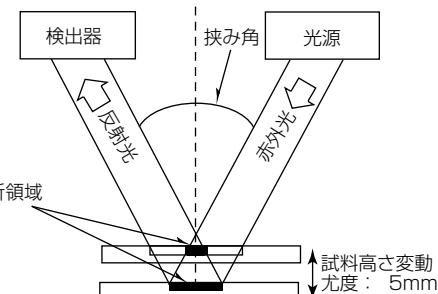


図1. 挾み角と試料高さ変動に伴う照射領域と検出領域の関係

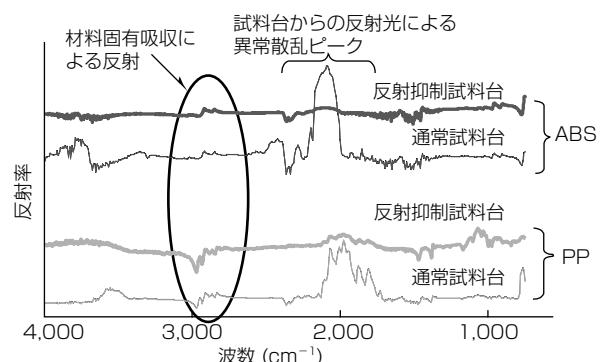


図2. 赤外スペクトル例



図3. 赤外分光応用樹脂識別装置原理検証機

3.2 臭素(Br)含有樹脂の大量選別除去技術の開発

再生プラスチックを家電製品に適用するためにはRoHS指令に適合することが不可欠である。これまでの調査から、当社の回収プラスチックでは、RoHS指令対象物質のうちBr系難燃剤の残留のみが問題であり、家電3大プラスチックと呼ばれるPP, PS, ABS樹脂では、Br濃度1wt%以上を含有するプラスチック片を除去することで、RoHS規制値に相当するBr濃度300ppm以下が達成可能である。Br含有樹脂の識別のため、BrのX線吸収効果を利用してX線透過量の差から搬送される破碎プラスチック片全量に対し、Br含有量を評価し、除去すべき破碎プラスチック片を識別して、エアガンで選択的に除去する技術を開発した。破碎プラスチック片の大量処理時に破碎片の搬送密度が高まると、エアガンでBr樹脂片を除去する際に、除去不要な周囲の樹脂片と一緒に除去する“とも連れ”が顕在化する。この現象は、除去エアがBr樹脂片のみに限定して噴射されず、その周囲(主に移動するBr樹脂片後ろ側)に広がるために発生すると考えられる。除去エアの実際の持続時間はエアガン配管内のエア量に依存するため、配管内体積を小さくすることで、気流制御精度を高めることができる。そこで、樹脂除去用エアガンの内部エア量をゼロに近づけた電磁弁・エアノズル一体構造のエアガンを備えた大量選別除去装置(図4)を開発した。図5は、開発機で模擬試験



図4. 臭素含有樹脂の大量選別除去装置

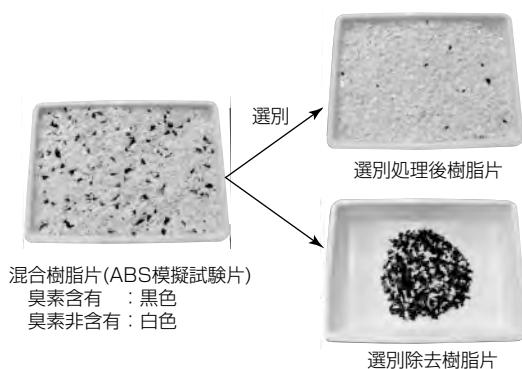


図5. 選別後の破碎プラスチック片(模擬試験片)

片を用いて除去状態を確認した結果であり、Br樹脂片(黒色)を分離できていることが分かる。

GCSで、比重及び静電選別後の樹脂片に対し、臭素含有樹脂の識別除去処理を行い、PP, PS, ABS樹脂片に対し、RoHS適合化が可能であることを確認した。

3.3 再生プラスチックの適用技術

混合破碎プラスチック由来の再生プラスチックでは、前使用時の色が残ったり、異物が微量残存したりするなど、意匠性確保が難しい。高い素材純度や品質に併せ、製品適用可能な意匠性を確保しうる製品適用技術が必要である。

3.3.1 異物の隠蔽成形技術

再生プラスチックの微量異物が成形品表面に現れた場合には、意匠性の低下を招く。異物の影響を緩和するため、表面に微細な凹凸を形成したシボ金型を用い、凹凸形状の成形体表面への転写による異物隠蔽成形を検討した。図6に検討結果を示す。成形品の表面が平滑な場合よりもシボ形成した場合に異物隠蔽性は高く、シボ付きの成形品では、一定温度保持型の金型温度制御の場合、樹脂温度の高温化、金型温度の高温化、射出速度の高速化の順で異物隠蔽性が高くなった。ただし、金型温度の高温化は、成形体の変形発生等も懸念され、注意が必要である。また、金型温度を成形工程内で加熱冷却する短時間加熱／冷却型金型温度制御の場合には、樹脂温度の高温化、射出速度の高速化、金型温度の高温化の順で異物隠蔽性が高く、樹脂温度の高温化と射出速度の高速化を組み合わせると、異物隠蔽性がさらに高くなることが分かった。

3.3.2 色彩選別技術

従来の再生プラスチックは、主に灰色や黒色の用途に用いられることが多かった。再生プラスチックには有色プラスチックが含まれており、また、異物の表出を目立たせないために暗色系での利用が有利なためである。

プラスチックを色の濃淡によって、白色系と黒色系とに選別して分離できれば、適用時の色調範囲を大きく広げることができる。色彩選別装置を使って白色系プラスチックを高い精度で選別するため、搬送量などの種々の選別条件について、タグチメソッドを用いて最適化検討を行った。

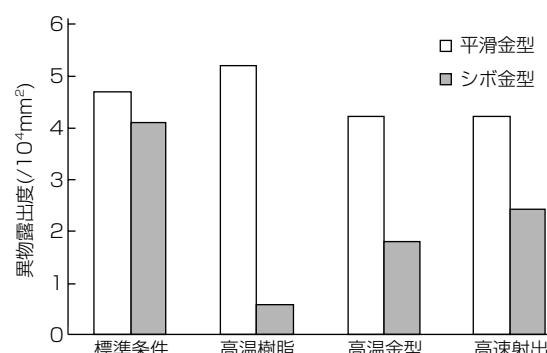


図6. 異物隠蔽性の評価結果(一定温度保持型温度制御)

表1. 色彩選別前後の明度

樹脂種	選別前	選別後(白色系)
PP樹脂	53%	77%
PS樹脂	49%	77%
ABS樹脂	54%	80%

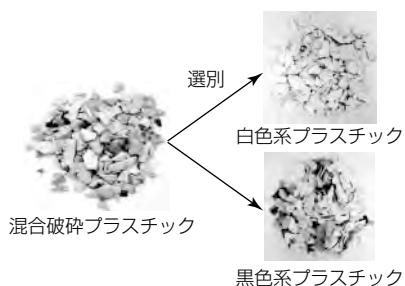


図7. 色彩選別前後のプラスチック片

表1に色彩選別前後の明度を示し、図7に色彩選別前後のプラスチック片の一例を示した。ABS樹脂は目標明度80%を得ることに成功した。PS, PP樹脂では明度80%に満たなかったが、酸化チタンなどの白色着色剤を添加することによって、明度80%が得られる目処を得ることができた。

4. 開発技術の展開：リサイクルフロー

図8は、開発技術の適用先となるプラスチックリサイクルのフローである。

樹脂識別技術は、樹脂選別前後でプラスチックの組成比や樹脂純度の自動測定に適用する。混合粉碎プラスチックの成分比検査による静電選別での条件最適化に対しては、更なる改善によって適用できる可能性がある。選別樹脂の純度管理への適用では、品質の確保のために、より高い識別精度が必要であり、一層の識別精度の改善が必要である。

臭素含有樹脂の大量選別除去技術(X線応用選別)の適用によって、家電3大プラスチックにおけるRoHS適合化が実現できる。今後、更なる大量処理に対する動作安定性の確認を行い、本格的な量産適用を図る。

再生プラスチックの製品適用技術によって、意匠部材を含む幅広い部品への再利用が可能となる。意匠部品へ適用しうる要素技術としての目処は得られたが、実用化に向けては複雑な形状を持つ実際の部品への適用検討を進める必要がある。

5. リサイクルプラスチックの環境負荷評価

自己循環リサイクル技術の環境適合性評価を行った。今回の評価では、破碎した使用済み家電からの混合粉碎プラスチックを回収し、比重選別、異物除去、静電選別、Br含有樹脂選別除去を行い、外部委託先でのリペレットによって再生樹脂ペレットが得られるまでの工程を対象とした。詳細な数値は省略するが、評価にはHCS, GCSの実際のリサイクルシステムにおける処理量、処理時間、マテリアル

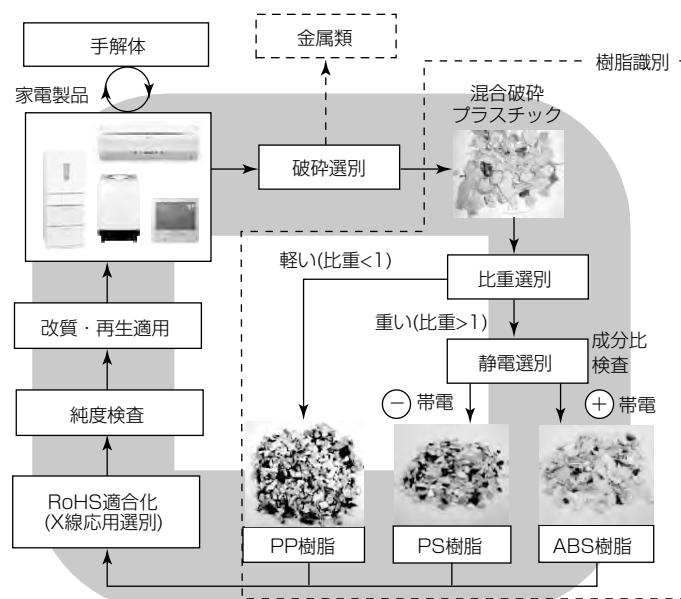


図8. 大規模・高純度プラスチックリサイクルのフロー

バランス、各処理工程のエネルギー量データを収集して用了。また、各リサイクル手法のプロセスで不足する産物を新規製造によって補い、アウトプットが等価となるように設定した製品バスケット法によって見積りを行った。評価の結果、自己循環リサイクルでの温室効果ガス排出量は、埋立てに比べ約76%，ケミカルリサイクルに比べ約83%の削減を見込むことができた。

6. むすび

混合粉碎プラスチックを更に大量に製品に適用するため、樹脂識別技術、環境規制物質の大量選別除去技術、製品適用技術の開発を行い、次の結果を得た。

- (1) 赤外分光法を応用した樹脂識別法によって、移動する破碎プラスチック片に対し、識別精度80%を実現する目処を得た。今後、実用化に向け、識別精度の向上と自動化を進めていく。
- (2) X線を応用し、樹脂中に混在するBr含有樹脂片の高速選別・除去が可能な大量選別除去装置を作製した。大量処理試験でPP, PS, ABS樹脂の全回収プラスチックのRoHS適合化が可能なことを確認した。
- (3) 再生プラスチックの意匠部品へ適用を可能とし、適用製品部材の大幅な拡大を実現しうる色彩選別、異物隠蔽などの調色改質と成形にかかる要素技術を開発した。この開発は、平成21年度経産省委託事業である“プラスチック高度素材別分別技術開発”による成果である。

参考文献

- (1) 三菱電機株：平成21年度経済産業省産業技術研究開発委託費（プラスチック高度素材別分別技術開発）事業報告書

水資源のサステナビリティを支える 高度浄化技術

古川誠司* 尾台佳明***
安永 望* 宮下章志†
和田 昇**

Advanced Purification Technologies for Water-resources Sustainability

Seiji Furukawa, Nozomu Yasunaga, Noboru Wada, Yoshiaki Odai, Shoji Miyashita

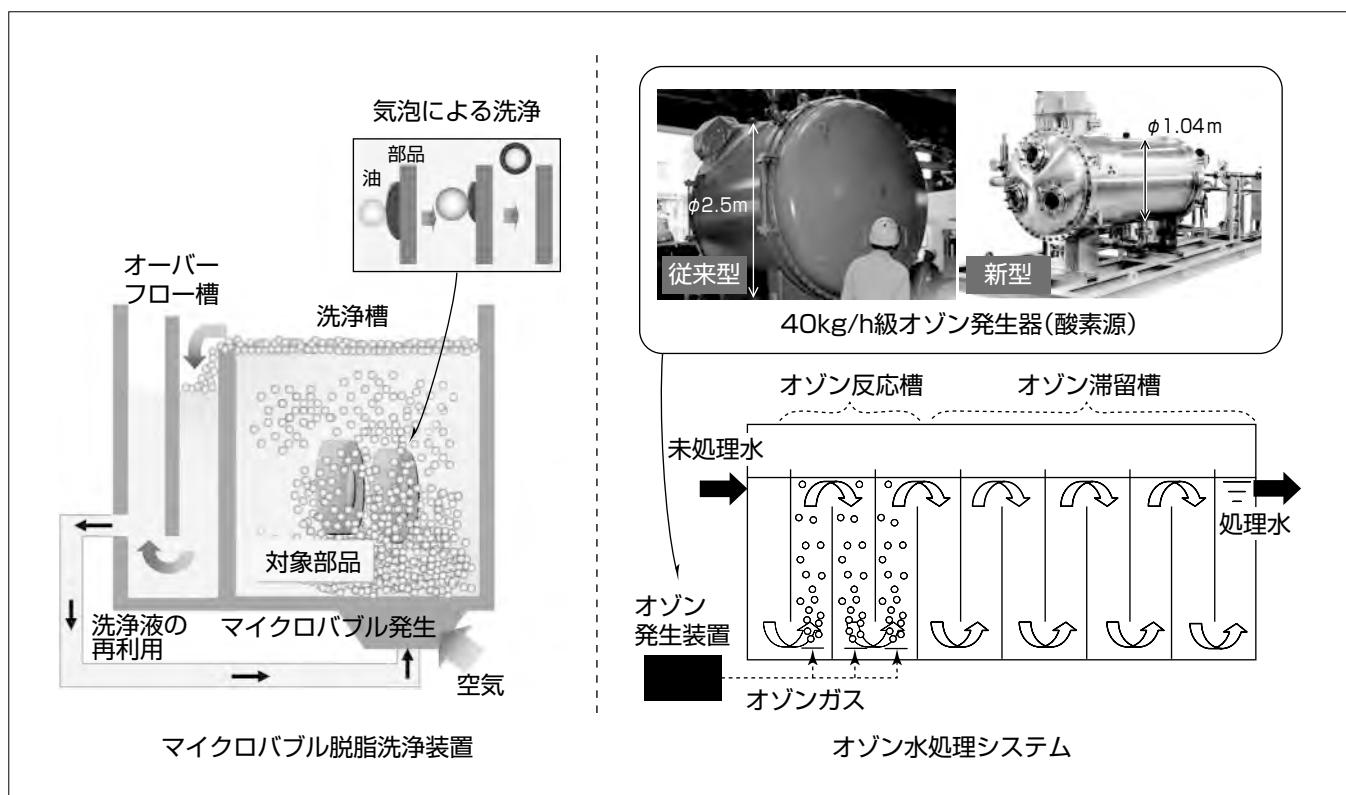
要 旨

水資源の確保は、今や地球規模の喫緊の課題である。三菱電機では、工場で使用する水の量又は廃水の環境負荷を削減する技術や、人々の生活に欠かせない“安全でおいしい水”を生みだす水処理システム等、様々な角度から水に関する技術開発を進めている。

マイクロバブル洗浄技術は、気泡の界面が疎水性や両親媒性物質を吸着する性質に注目した画期的な脱脂洗浄技術である。マイクロバブル、すなわち直径が $100\mu\text{m}$ 以下の微小な気泡を高密度に生成することによって、巨大な気液界面積を確保し、部品表面の油分を除去する。アルカリ系や炭化水素系の脱脂洗浄剤は、全く用いない。また油分を洗浄液中に分散させることなく水面で浮上分離するので、洗浄液を繰り返し使用できる。当社工場ではこの装置の導入を順次進めており、全社の環境負荷低減に大きく貢献して

いる。

一方、オゾン水処理技術は、酸素原子3個から構成されるオゾン(O_3)の強い酸化力を利用し、水中の汚濁物質を分解除去する技術である。オゾン自身は反応後に酸素に戻るため、人体や環境に悪影響を及ぼさない。当社は1968年にオゾン発生装置の販売を開始して以来、これまでに1700台以上の納入実績があり、国内上下水処理分野でトップシェアを維持してきた。一般的に工業用オゾン発生装置では、無声放電を用いて酸素からオゾンを合成するが、当社は放電方式に独自の改良を加えて、高効率にオゾンを発生させる技術を確立した。現在もその技術は進化を続けており、新型の酸素源オゾン発生装置は、当社従来比で消費電力10%削減と容積1/7という小型化を実現した。



マイクロバブル脱脂洗浄装置とオゾン水処理システム

マイクロバブル脱脂洗浄装置は、洗浄槽内に気泡融合防止剤を添加することによって高密度のマイクロバブルを生成し、部品表面上の油分を吸着除去する。アルカリ系や炭化水素系の洗浄剤を用いないので、環境負荷の極めて低い画期的な脱脂洗浄装置である。

オゾン水処理システムは、オゾンの持つ強い酸化力を用いて、水中の汚濁物質を分解除去する。オゾン自身は反応後に酸素に戻るため、人体や環境に悪影響を及ぼさない。当社のオゾン発生装置は高効率かつコンパクトという特長を持つ。

1. まえがき

東日本大震災をきっかけに、エネルギー需給についての議論が活発化しているが、人間生活の根幹を支える水資源の確保も重要な課題の一つである。今後、世界人口の増加とそれに伴う生産活動の発展、生活様式の変化などによって水の需要量は増加し、2025年には現在の約1.4倍になると予測されている⁽¹⁾。また水需給が逼迫(ひっぱく)している国々の多くは人口増加率が高く、一人あたりが利用可能な水量は急速に減少している。水不足の危機にさらされながら生活する人の数は、2025年までに30億人を超えるとの予想もある⁽²⁾。

日本全体の水使用量は、一人当たりの水使用量の多い単身世帯が増加しているものの、節水機器普及の効果もあり、近年は微減傾向にある。一方で、日本は海外から大量の食料を輸入している。食料輸入を、その生産に必要な水を輸入していることと等価とみなすと、2005年度に日本に輸入されたいわゆる“バーチャルウォーター”は約800億m³となる⁽³⁾。これは、日本国内の年間水使用量とほぼ同じである。海外での水不足や水質汚濁の問題は、決して日本と無関係ではない。

当社は、工場で使用する水の量又は廃水の環境負荷を削減する技術や、人々の生活に欠かせない“安全でおいしい水”を生みだす水処理システムなど、様々な角度から水に関する技術開発を進めている。

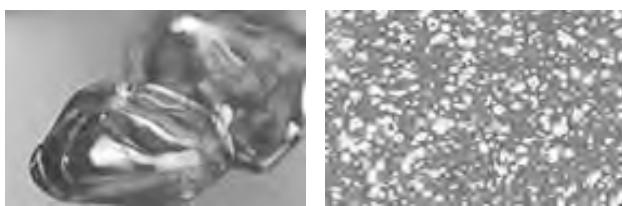
本稿では、その代表例として、マイクロバブル洗浄技術とオゾン水処理技術の概要について述べる。

2. マイクロバブル洗浄技術

2.1 自社工場での部品洗浄への適用

マイクロバブルとは、直径およそ100μm以下の液中気泡のことである。図1に水中への散気で発生させた通常の気泡と、マイクロバブルの写真をそれぞれ示す。通常の気泡は約10mmの直径を持つのに対し、マイクロバブルは数十μm程度で2けた以上小さい。

一方、気泡の界面には、疎水性や両親媒性物質を吸着する性質がある⁽⁴⁾。ただしその吸着力は小さいので、機械部品洗浄などの実用に供するためには、マイクロバブルを高



(a) 通常気泡
(直径約10mm)

(b) マイクロバブル
(直径100μm以下)

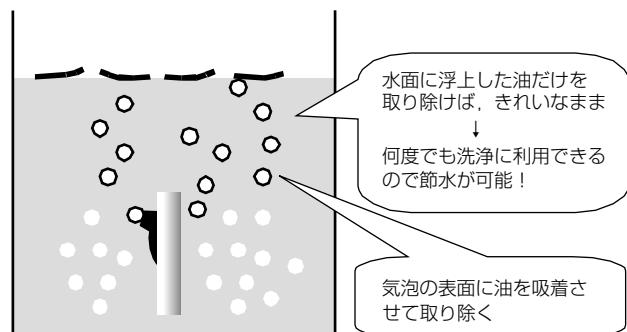
図1. 通常気泡とマイクロバブルとの比較

密度に生成し巨大な気液界面積を確保する必要がある。一般的には、気泡を物理的な力でせん断するなどの方法でマイクロバブルを生成しても、気泡の融合がすみやかに進み、単位体積あたりのマイクロバブルの個数は減少してしまう。そこで当社は、気泡の融合を防止するための独自の添加剤を開発した。

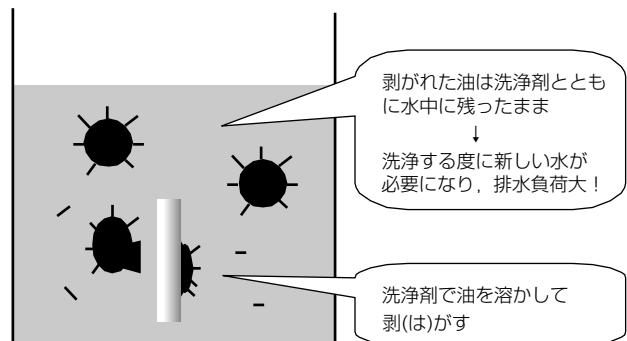
この添加剤(気泡融合防止剤)を用いたマイクロバブル洗浄技術の洗浄原理について述べる。要旨の図に示したように、洗浄槽内に気泡融合防止剤を添加することによって、高密度のマイクロバブルを生成し、部品表面上の油分を吸着除去する。油分は気泡とともに洗浄槽内を浮上し水面に油膜を形成するので、これをオーバーフロー槽でオイルスキマーなどを用いて分離除去する。油膜除去後の洗浄液は清浄度を回復しており、洗浄槽に戻して再利用できる。

この装置では、アルカリ・塩素・炭化水素などを含有する従来の洗浄剤は全く用いない。また、油分を洗浄液中に分散させないので、洗浄液を廃液として処理することなく繰り返し使用できる。独自に開発した気泡融合防止剤は、化学的に安定・安全かつ低コストで、10~100mg/L程度のごくわずかな添加量で気泡融合防止効果を発揮する。図2にマイクロバブル洗浄のポイントをまとめる。

アルカリ系や炭化水素系洗浄剤を用いる際には、気密構造や防爆設備などの特殊設備が必要であり、作業員の健康にも配慮しなければならない。一方、開発した気泡融合防止剤は安全である上に使用量自体が少なく、作業性・安全



(a) マイクロバブル洗浄



(b) 従来の洗浄剤

図2. マイクロバブル洗浄のポイント

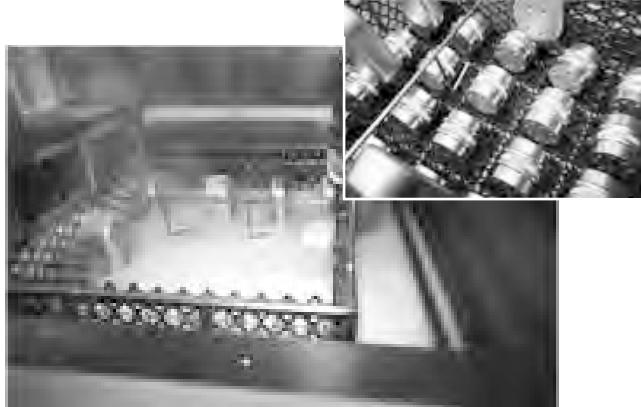


図3. 洗浄槽の様子(左)と洗浄後の部品(右上)

性の面でも極めて有利である。

マイクロバブル脱脂洗浄装置は当社5工場と関連会社1工場に導入されている。例えば、系統変電システム製作所では、めっき工場にマイクロバブル洗浄装置を導入した。図3に洗浄槽の様子と洗浄完了後の部品の写真を示す。めっき処理前の油分除去に、従来は脱脂洗浄剤を使用していたため、洗浄のたびに多くの水を消費していた。マイクロバブル洗浄装置の導入によって、洗浄に必要な水の量を1/10以下にまで減らし、大幅な節水を実現した。また定期的な洗浄液の入替え、すなわち廃液発生もなくなり、ランニングコストや環境負荷を大きく低減した。

2.2 ヒートポンプ式給湯機への適用⁽⁵⁾

マイクロバブル技術は、当社の自然冷媒CO₂ヒートポンプ給湯機“三菱エコキュート”にも適用されている。

入浴で使うお湯を供給する給湯機と浴槽の間を接続する配管は、最大で延べ30mにもなる。追い焚(だ)き時には浴槽の湯が配管内を循環するので、長期間の使用によって人体由来の皮脂汚れが次第に配管内部に付着・蓄積する。風呂配管の頻繁な洗浄は、エンドユーザーにとっては煩わしい作業である。実際、市場調査結果でも、配管洗浄の手間を省き、清潔なお湯に入りたいというニーズは高かった。

そこで、マイクロバブル技術を活用した“バブルおそうじ機能”を“三菱エコキュート”に導入した。入浴後に浴槽の栓を抜くと、自動的にマイクロバブルを発生させて配管内の洗浄を開始し、付着した皮脂などの汚れを吸着して排水口に運ぶ。“バブルおそうじ”では、気泡融合防止剤は用いないが、図4に示すように、2つのノズルを配管系に設けることで高品質かつ安定な洗浄を実現できた。ユーザーからは“手間をかけずに清潔なバスライフを実現した製品”“洗浄剤を使う手間が省ける”等、好評を得ている。

3. オゾン水処理技術

3.1 オゾン水処理の特長⁽⁶⁾

オゾンは、自然界ではフッ素に次ぐ強い酸化力を持つ。

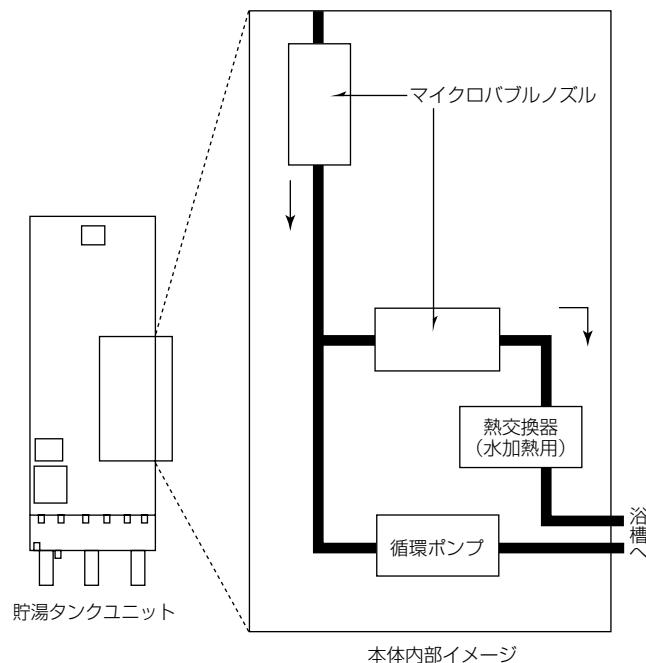


図4. “バブルおそうじ”エコキュートの構成

表1. 下水道処理に対するオゾン処理の効果

除去対象物質等 用途	大腸菌 群数	色度	臭気	有機物	発泡性 物質	透明度 向上
放流	◎	—	—	—	—	—
脱色	◎	◎	—	—	—	—
修景用水	○	○	○	△	△	○
親水用水	◎	○	○	△	○	○
トイレ用水	○	○	○	△	○	○

◎ 主目的項目、○ 副次的效果を期待する項目

△ プラスアルファとしての効果を期待する項目

— 処理目的として考慮はしないが、処理効果は期待できる

しかもオゾン自身は反応後に酸素に戻るため、人体や環境に悪影響を及ぼさない。現在、様々な分野でオゾンの利用が進みつつあるが、中でも水処理はオゾンの優れた性質を活用した最も好適な用途の一つと言える。

例えば、河川や湖沼などの水源から水道水を作る処理、いわゆる浄水処理では、脱色、異臭味除去、トリハロメタンに代表される有機塩素化合物の低減などを主たる目的としてオゾン処理が導入されている。また消毒剤として注入される塩素では対応できないジアルディアやクリプトスピリディウム等の病原性原虫に対しても、優れた不活化効果を發揮する。

一方、下廃水処理の分野では、放流先での水環境保全や処理水の再利用促進を目的としてオゾン水処理が導入されている。表1に示すように、塩素や紫外線などの処理法と比較して、消毒だけでなく、脱色、脱臭などの複合効果を得られる点が特長である。また、下水中に含まれる内分泌搅乱(かくらん)物質、いわゆる環境ホルモンの除去も可能である。

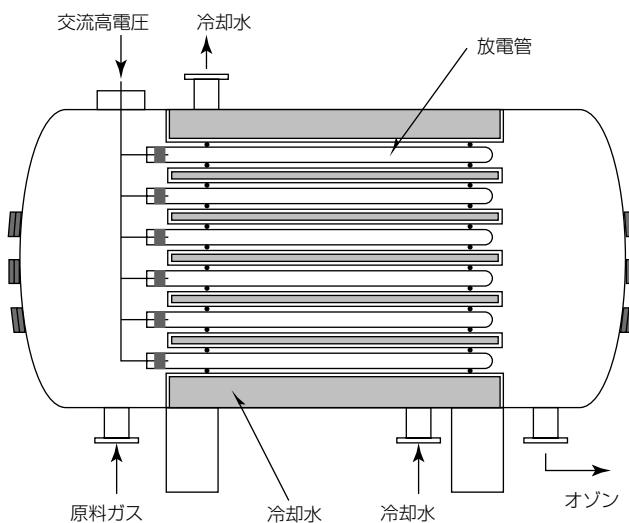


図5. オゾン発生装置の構造

また、当社では、オゾンと過酸化水素(又は紫外線)から非常に強い酸化力を持つヒドロキシルラジカルを生成し、水中の難分解性有機物を分解する技術⁽⁷⁾⁽⁸⁾、下水汚泥をオゾンとアルカリで可溶化し、リンを回収しつつ嫌気性消化プロセスでのメタンガス発生量を高める技術⁽⁹⁾等、さらに高度な用途についての研究実績もある。

3.2 当社のオゾン発生装置の特長⁽¹⁰⁾

工業用オゾン発生装置では、無声放電方式が最もよく用いられている。これは、ガラスなどの絶縁物を挿入した電極間に交流高电压を印加し、空間的に均一な放電を得る方式である。この放電空間に原料である酸素又は空気を供給することによってオゾンが生成される。

オゾン発生装置は、図5に示すように、接地電極となる金属管の中に均一なギャップを維持した状態でガラス管を挿入した放電管をタンク内に多数収納した構造となっている。大容量機の場合、放電管は1,000本以上となる。

当社のオゾン発生装置の特長の一つは、放電管の細径化である。酸素源オゾン発生装置については、放電管径を当社従来比で約1/4とした。これによって放電管の実装本数が増え、電極の総表面積を4倍にすることができた。すなわち同一タンク径の場合はオゾン発生量が4倍となり、同一発生量の場合は、タンク断面積が1/4となった。

もう一つの特長は、金属管とガラス管の短ギャップ化である。オゾンの分解には低エネルギー電子が、オゾンの生成には高エネルギー電子が支配的であることがわかっている。電子のエネルギー分布は放電空間の電界強度と相関があり、電界強度を上げると電子エネルギー分布は高い方に遷移する。電界強度を上げるのに最も有効な方法が短ギャップ化である。

当社では、高精度の電極製造技術、高精度ギャップ保持技術等を開発することで、従来比1/5以下の短ギャップ化を実現した。その結果、オゾンを分解する電子に対してオ

ゾンを生成する電子が相対的に増加し、オゾン発生装置として業界最高レベルの240g/m³ (N) の高濃度オゾンの発生が可能となった。また、発生量40kg/h級の酸素源オゾン発生装置では、従来比で消費電力10%削減と容積1/7という小型化を実現した。空気源オゾン発生装置についても同様の改良によって、容積1/5化、消費電力量15%低減を達成している。

3.3 当社オゾン事業の海外展開

当社のオゾン発生装置は、コンパクト、低消費電力、高信頼という特長を生かし、水環境悪化や水不足で困っている北米・中国で事業を展開中である。上水処理システムにオゾンを用いることで安全な飲料水の提供を行い、また下水処理システムにオゾンを用いることで下水の再利用に貢献している。

4. む す び

水資源のサステナビリティ(持続性)向上に貢献する当社の代表的な技術として、マイクロバブル洗浄技術とオゾン水処理技術について述べた。今後はこれらの高度化と適用範囲拡大に注力するとともに、新しい環境技術の開発にも挑戦したい。快適で安全な社会づくりと環境保全のために技術を磨き、その技術を役立てていくことは、研究開発に携わる者の重要な責務であると考えている。

参 考 文 献

- (1) 国土交通省 土地・水資源局 水資源部 水資源計画課：平成22年版 日本の水資源 (2010)
- (2) 国連開発計画：人間開発報告書2006年版 (2006)
- (3) 環境省：実は身近な世界の水問題 (2008)
http://www.env.go.jp/water/virtual_water/
- (4) 上山智嗣, ほか：マイクロバブルの世界, 工業調査会 (2006)
- (5) 松田謙治, ほか：自然冷媒(CO₂)ヒートポンプ給湯機の最新技術動向, 冷凍, 86, No.999, 19~22 (2011)
- (6) 安永 望：生活・産業でのオゾンの利用例, 化学と教育, 59, No. 2, 82~85 (2011)
- (7) 古川誠司, ほか：高効率O₃/UV処理による難分解性排水処理, 三菱電機技報, 77, No. 5, 339~342 (2003)
- (8) 安永 望, ほか：沈澱水を用いた促進酸化処理に関する検討, 第60回全国水道研究発表会講演集, 158~159 (2009)
- (9) 古川誠司, ほか：下水汚泥からのエネルギー・リン回収システムの開発, 科学と工業, 79, No.10, 473~477 (2005)
- (10) 尾台佳明, ほか：高効率・省スペース型オゾン発生装置：三菱電機技報, 85, No.10, 583~586 (2011)

製品含有化学物質情報管理の課題とシステム化

樋熊弘子* 飯尾範彦***
藤本慎一** 福田恵子***
丹羽由樹子***

Challenge and Solution of IT System for Management of Chemical Substances in Products

Hiroko Higuma, Shinichi Fujimoto, Yukiko Niwa, Norihiko Iio, Keiko Fukuda

要旨

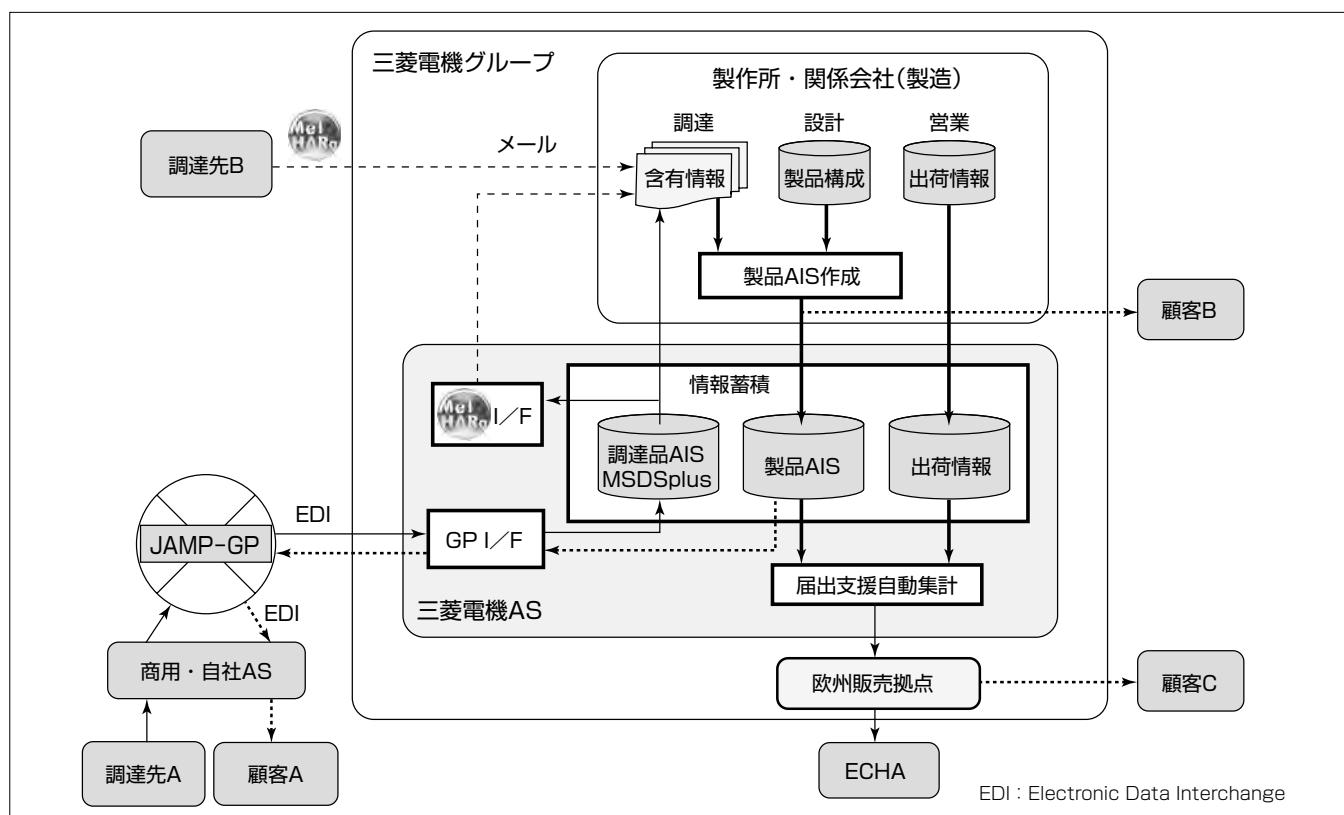
欧州化学品序(ECHA(European CHemicals Agency))では、REACH(Registration, Evaluation, Authorization and restriction of CHemicals)規則に従い、発がん性物質など約1,500種あるといわれている高懸念物質から認可対象候補物質を選定して候補リスト(Candidate list)を作成している。リスト追加は、年2回程度行われ、現時点で53種がリストに掲載されている。欧州に上市する製品は、このリストにある候補物質を閾値(しきいち)以上含有するとREACH規則における情報開示やECHAへの届出の義務が課せられる。届出義務にはリスト掲載から6か月以内という猶予期限がある。製品含有化学物質の管理は、欧州RoHS(the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment)に代表される“含有禁止”物質の有無確認から進んで、あらゆる製品に含有する化学物質の“種類と量”を把握し、その“情報

を更新”できることが重要になってきた。

アーティカルマネジメント推進協議会(JAMP)では、業界共通の含有物質情報記述シート(AIS(Article Information Sheet)/MSDSplus(Material Safety Data Sheet plus))を提供し、情報流通基盤(JAMP-GP(Joint Article Management Promotion-consortium-Global Portal))を整備して、情報伝達の円滑化、効率化を推進している。

三菱電機では、AIS/MSDSplusを全社標準の含有物質情報の伝達様式として使用している。また、調達部品情報の入手～製品情報作成～情報蓄積・更新～届出集計の一連の業務の中で、業務効率化、負荷軽減を図るために“製品含有化学物質情報管理システム”を自社開発し、要所に配備した。

本稿では、製品含有化学物質情報の管理業務とその課題にふれ、今回開発したツール及びシステムについて述べる。



当社における製品含有化学物質情報管理システムの構成

メールを利用し調達先に調達品の情報提供を依頼し、回答をもらうツール(図中の“MelHARo”)、三菱電機AS(アプリケーションサーバー: JAMP-GPからの情報入手、情報蓄積、及び蓄積情報に基づく届出の物質集計機能を持つ)、さらに、製作所で製品情報を作るための製品AIS作成機能がある。

1. まえがき

REACH規則では、情報開示や届出の対象となっている認可対象候補物質は、57条で定められた高懸念物質から選ばれる。JAMPが提供するAIS／MSDSplus作成ツールには、高懸念物質を予測して編纂(へんさん)された物質リストが使用されている。したがって、一回AIS／MSDSplusを入手すれば、認可対象候補物質が追加されても基本的に再調査をしなくて済む⁽¹⁾⁽²⁾。このため、当社ではJAMPのAIS／MSDSplusを全社標準の情報伝達様式として採用している。

しかしながら、AIS／MSDSplusの運用上解決すべき課題が見えてきた。2007年7月、製品含有化学物質管理や社内システムに精通したメンバーで構成するシステム開発WG(Working Group)を結成し、REACH規則対応業務フロー、課題整理、及び解決方法を検討した。このWG活動の成果を反映して2009年より本格的にシステム開発を開始し、2010年12月届出機能の開発を完了した。

本稿では、製品含有化学物質情報の管理業務とその課題を解決するツール及びシステムについて述べる。

2. REACH対応業務の課題

当社グループでのREACH対応業務フローを図1に示す。図中網かけで示す部分は、三菱電機AS(アプリケーションサーバ)に登録する情報と集計機能を表している。

(1) 部品情報入手

JAMPのルールでは、AIS提供側(調達先)の型番(メーカー型番)をAISに記載することになっている。そうすることで顧客数が多くても作成するAISは1通でよく、提供者の負荷を軽減する。一方、部品購入では設計図面に書か

れた部品番号で発注するなど、購入側型番(自社型番)を使う慣習があり、メーカー型番を把握していない。したがって、AIS入手しても事業所で使用している当社型番を付与しなければAISと部品とが結びつかないことになる。

また、調達先より入手したAIS／MSDSplusを点検するとき記載ミスが散見され、結局再調査になる。製品AISの作成段階で手戻りを生じないよう、正しく記載された部品AIS入手しなくてはならない。

(2) 製品AISの作成

製品のAISは、部品構成に基づき、入手した部品AISを複合化して作成する。JAMPから製品AIS作成支援ツールが提供されているが、当社製品のAISを作成するには手間がかかる。システム導入は不可欠であるが、事業所ごとに製品AIS作成システムを購入または開発すると、全社的には多額な出費となる。費用を圧縮するためには、製品AIS作成システムを共通開発し、共通利用することが望ましい。

一方、各事業所には個別のRoHS管理システムや設計システム、及びそれらに付随する仕組みがあり、単に完成システムを提供しても所内業務と連携できない場合がある。

(3) 開示情報の取得

欧州域内関係会社のユーザーは、欧州で販売する型番や受発注側で共通利用するPSI管理システムのオーダー番号を使用している。製品AISには、通常JAMPのルール通り、事業所で使用している自社型番を記載し、欧州域内関係会社が把握している型番を記載しない。このため、欧州域内関係会社が把握している型番からAIS情報を検索できるようにしなければならない。

(4) 出荷情報

出荷情報は、出荷先、出荷台数、型番からなる。出荷情報に記載する型番は、届出集計上、製品AISに記載されている型番と同一でなければならない。

また、出荷情報は、通常PSI管理システムや海外営業部門でそれぞれ管理している。このため、出荷情報の仕様は事業所ごとに異なっているが、届出集計するには、仕様をそろえて三菱電機ASに情報登録してもらう必要がある。

(5) 届出集計

届出の集計値は、(1)から(4)への対策ができることで得られ、正しい値となる。要約すると、正しい部品情報を入手、製品AISを作成、出荷情報を作成、及びシステムを利用するための情報の付加・変換・マッチングのすべての課題を解決しなければならない。

3. 開発ツール及びシステム

3.1 部品情報の入手ツール

メールを利用した部品情報の入手ツール“MelHARo⁽³⁾（メルハロ）”を開発し、調達先への提供も実施した。MelHARoは、メーカー型番と当社型番の紐(ひも)付け、さら

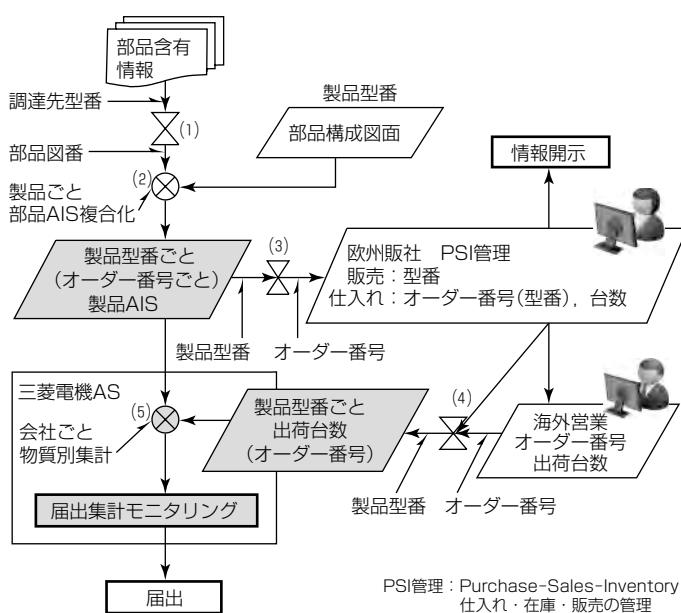


図1. 当社グループでのREACH対応業務フロー

に、調達先における記載不備を解消するためのツールである。

図2に、部品AISの入手に関する業務フローを示す。はじめに、社内用のMelHARoツールを使って依頼リスト(図2におけるRqファイル)を作成する。図3にRqファイルの画面を示す。調達先はRqファイルを受け取り、図3に示すボタンを操作することで、AISの添付記載内容の確認、及び当社が設定したAISのファイル名への自動変換ができる。回答ファイルのファイル名を社内で利用するファイル名に変換することが当社型番とメーカー型番の紐付けとなる。なお、Rqファイルを調達先に送る前に変換するファイル名を仕掛けている。また、MelHARoには、図2に示すように、2次調達先にもAISの記載内容の確認を依頼する機能がある。さらに、調達先への配慮として、メーカーの自動起動や回答ファイルの自動添付機能(対応メーカーに限る)も装備している。

ここまで述べたように、調達先へのMelHARoツールの提供実施によって、メーカー型番と当社型番の紐付けができる、その確認・チェック機能によって、調達先における

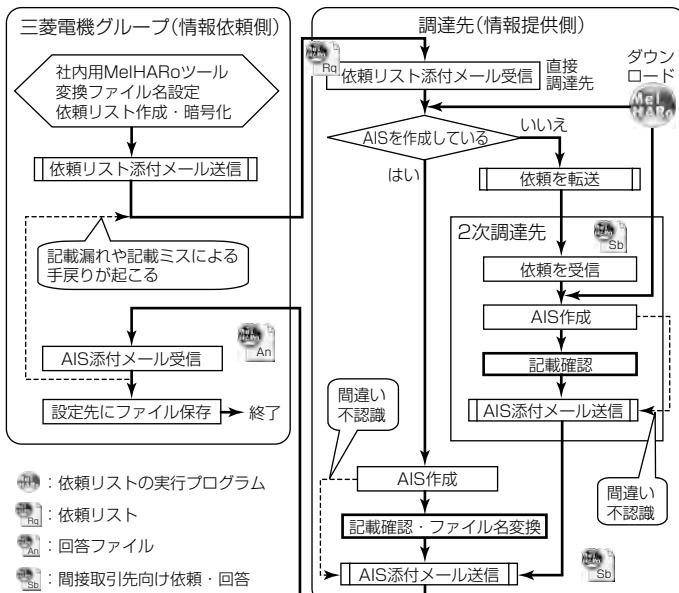


図2. 部品AISを入手する業務フロー

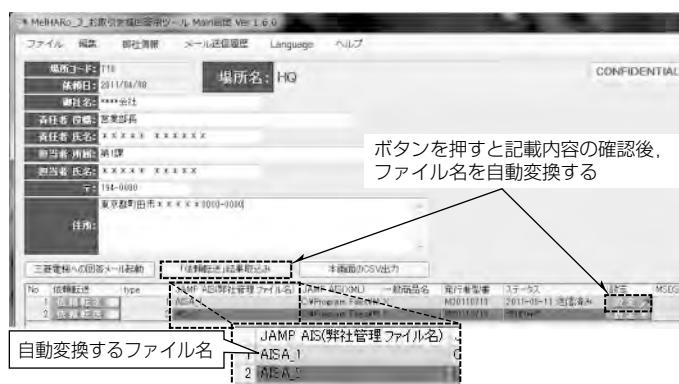


図3. 部品の依頼リスト(Rqファイル)画面

AIS記載不備による再作成と再提出の業務負荷を回避できる等の主に2つの効果が得られた。

3.2 製品AIS作成共通インターフェースツール⁽⁴⁾

製品AIS作成に関しては、必要最小限の機能を本社として取りまとめて製品AIS作成共通インターフェースツールを開発し、各事業所に提供した。AISの複合化で必要となる部品構成、AISに記入が必要な発行者会社情報などのパラメータについては、共通パラメータファイル仕様を提供した。各事業所では、製品AIS作成共通インターフェースツールと共にパラメータファイル仕様に基づき、事業所で保有する既存システムに機能追加する形で、最適なシステムを開発費用を抑制しつつ、短期間で個別に構築している。

さらに、製品AIS作成共通インターフェースツールを一元管理、更新することによって法規制、対象物質の最新化にも全社的に均一な対応が可能となった。各事業所では製品数、部品数が膨大であるにもかかわらず、社外からの調査受付から製品AIS完成まで効率性、最新性、正確性、運用適合性を確保しつつ迅速な対応ができるようになった。

3.3 三菱電機AS

3.3.1 AS機能の概要

図4に三菱電機ASのメニュー画面を示す。図に示すように、三菱電機ASには、(1)部品管理、(2)製品管理、(3)ユーザマスタメンテナンス、(4)共通機能(“製品・調達品検索機能”と“届出機能”)がある。

“部品管理”及び“届出機能”については、3.3.2項及び3.3.3項でそれぞれ具体的に述べる。

3.3.2 JAMP-GPによる情報の入手

JAMP-GPは、電子データ交換(EDI)で人手を介さずシステム間で情報交換する交換機の役割を持つ。情報基盤の中でAIS/MSDSplusは“会社ID+製品型番”で識別される。当社は事業所ごとに会社IDを保有し、事業所振り分けを自動で行っている。

図5に部品管理のWeb画面の一部を示す。図は、依頼時のメーカー型番が間違っていた例である。JAMP-GPとAS間の標準機能としてメーカー型番が間違っていると調

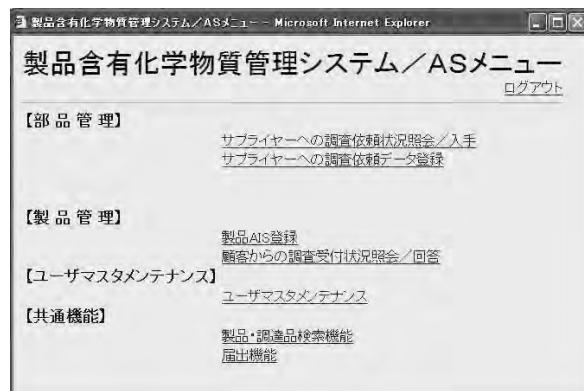


図4. 三菱電機ASのメニュー画面

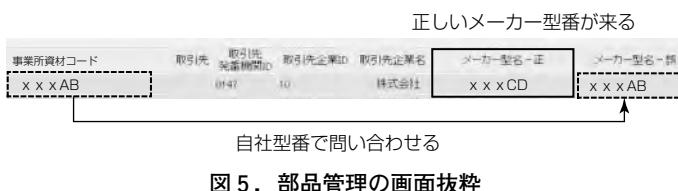


図 5. 部品管理の画面抜粋

達先から正しい型番が通知されるようになっており、自社型番とメーカー型番との紐付けができるようになっている。

図 6 に、事業所における情報入手提供方法のパターンを示す。図に示すように、パターンとしては、JAMP-GP経由、メール経由、また、三菱電機ASが、調達先に代わって作業をするメールとJAMP-GP経由の組合せがある。具体的には、三菱電機ASが各事業所からメールでRqファイルを受けて、通常通りJAMP-GP経由でAISを入手し、入手したAISの記載内容を確認・チェックし、ファイル名を変換して依頼者にメールで回答を送付する。このような組合せによって、事業所業務を一本化し、JAMP-GPへのアクセスの利便性を高め、JAMP-GPの利用促進を図っている。

3.3.3 届出機能

(1) 製品AIS・出荷情報の一括登録

届出集計で必要な製品AIS、出荷情報ファイル、又は混在した複数ファイルを一括アップロードできるよう利便性を図った。

(2) 型番別出荷台数情報・製品AIS検索

図 7 に型番別台数・AIS検索用のWeb画面を示す。製品AIS、出荷台数の登録状況、及びそれらの型番のマッチング状況を確認できる。一方、この画面は欧州関係会社で使用することも前提としている。日本語と英語の言語切替え、製品型番とオーダー番号の並列表示、この画面にリンクしている製品AISや含有状況要約ファイルのダウンロードなど、欧州関係会社で必要となるメニューを装備した。

(3) 届出集計及び集計結果出力

出荷情報と製品AISとの型番のマッチングがとれていると自動で積算し集計される。集計結果には、要約版と詳細版がある。要約版では、物質別に実績及び予測の集計値を会社ごとに出力する。欧州関係会社で簡便に届出義務の該非確認ができる。一方、詳細版では、各事業所の各年あたりの物質別上市量を出力する。この情報は、今後の規制強化に向け社内対策する上で有用なものになっている。

4. む す び

システムが稼働し、最新の届出集計値がすぐに確認できるようになったが、システムに集まった膨大な情報を継続的に更新し品質を高めていくことが必要であり、その手段としてJAMP-GPの活用を推進していくという課題が残つ

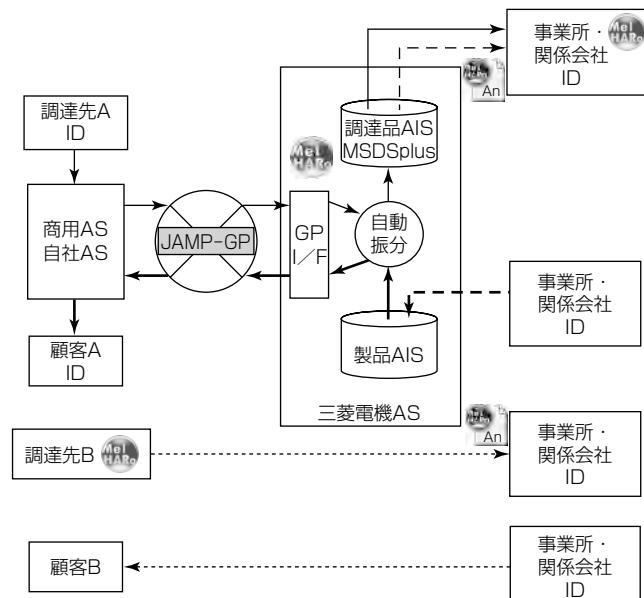


図 6. 情報入手提供方法のパターン

出荷元	製品型番	集計する会社
Number of items to display: 50	Search	Download search results CSV
Model / affiliated company code (name) Order number	Type Tabulating company code (name)	Number of units imported Last upload date
XXX1 201102015-1	Product	Mitsubishi XX1 131 2011/04/09
XXX2 20110215-2	Product	Mitsubishi XX2 150 2011/04/09

オーダー番号

図 7. 型番別台数・AIS検索用のWeb画面

ている。最近は台頭する海外企業からの様々な様式の認可対象候補物質の調査も増え波風が立っており、サプライチェーン全体で情報流通の仕組みを定着化・円滑化させることが急務となっている。そのためには、社内におけるシステムの定着化が重要である。システムを活用して“便利にしっかり遵法対策”をともに目指したい。

参 考 文 献

- 樋熊弘子, ほか: グリーン調達システム, 三菱電機技報, 82, No. 8, 529~532 (2008)
- 樋熊弘子: 三菱電機サプライチェーンにおける製品含有化学物質の情報管理とグリーン認定, 三菱電機技報, 81, No. 6, 421~424 (2007)
- 藤本慎一, ほか: 情報収集システム, 端末装置, 情報収集用プログラム, 端末用プログラム, 特開2010-186388
- 丹羽由樹子, ほか: 含有化学物質量積上げ装置, 特開2011-008545

化学物質規制と環境技術戦略

宇佐美 亮*

Strategy for Environmental Technology toward Regulations of Chemical Substances

Ryo Usami

要旨

1992年のリオサミット以来、地球環境問題は地球温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨、熱帯林の減少、砂漠化、途上国の公害問題、野生生物種の減少、海洋汚染、有害廃棄物の9つの問題群としてとらえられている。これらの問題のほとんどには化学物質がかかわっているため、化学物質管理の重要性が国際社会で認識されている。

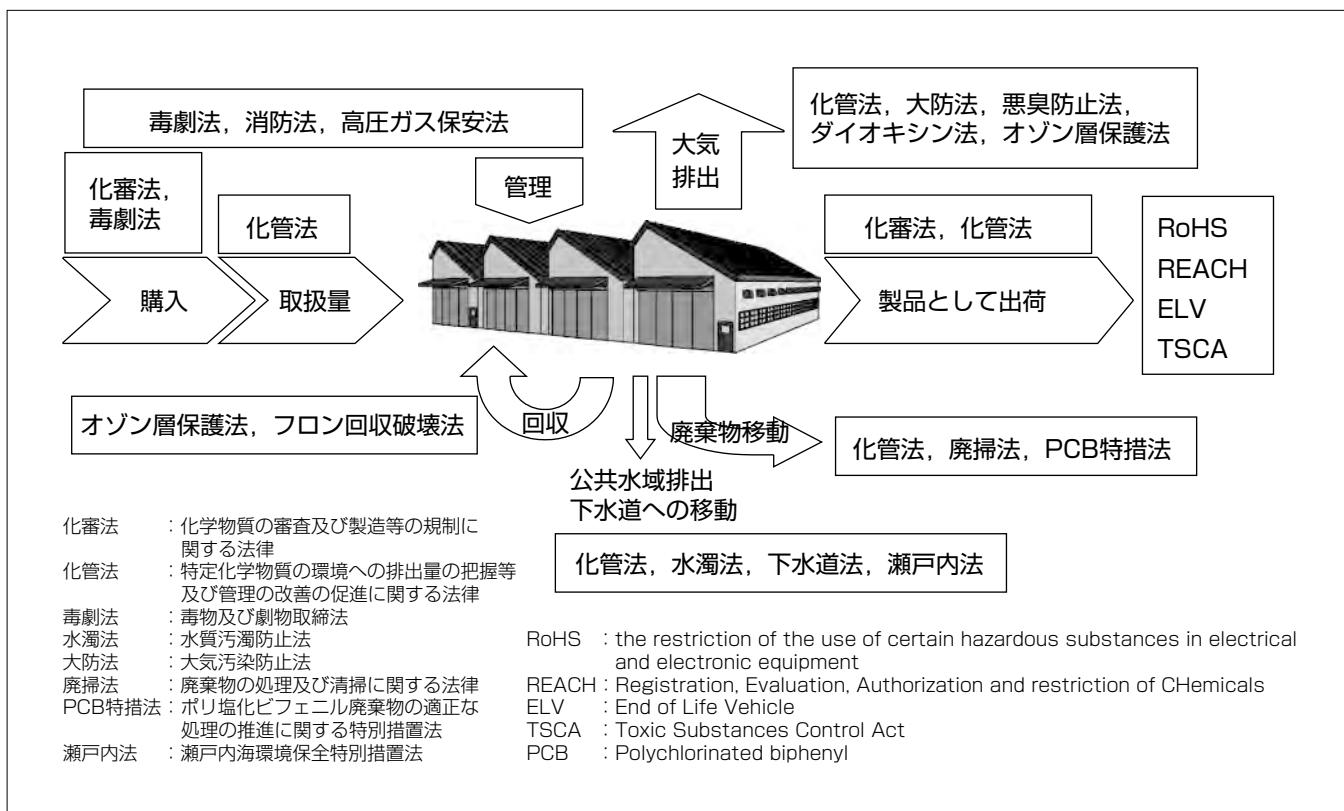
我が国の製造業でも状況は同じであり、要旨の図に示すように、製造業では事業のすべての面で国内外化学物質関係法規の規制を受けています。

樹脂成形体や塗料だけでなく絶縁体、合金を含む各種金属、各種半導体等、事業活動で扱うすべての資材は化学物質という側面を持っている。それぞれの化学的特性及び法規制に応じた管理・使用・処理を行うことで、購入資材をより効率よく活用することができる。すなわち化学物質管

理とは生産管理・品質管理の側面の一つである。

この視点が欠けていると、例えば、法が使用を禁止している化学物質が購入資材に微量混入していた場合に適切な対応がとれず生産活動継続にリスクが発生し得る。また、開発段階で化学物質規制リスクが発生し得る資材を選定した場合に量産への移行が滞りかねない。このように生産管理・品質管理を化学物質管理の観点から見直してその管理レベルを向上させることによって、企業活動のリスク低減につなげ得る。また、上市先各国の規制を満たす製品を提供することによって上市先を確保でき、業績拡大にも貢献できる。

本稿では今日の国際的な化学物質規制の潮流の中で、製造業にとって法規制上有利な環境技術戦略について述べる。



製造業におけるマテリアルフローと化学物質規制

資材購入から製造管理、廃棄物処理、製品出荷に至るまで、資材・副資材・製品には化学物質関連法規制が適用される。

1. まえがき

1992年リオデジャネイロでアジェンダ21(21世紀に向けての地球環境問題に対応するための人類の行動計画)が採択され、その第19章(有害化学物質の環境上適切な管理)で、化学物質の適正な管理のための課題が示された。具体的には、リスク評価、有害性・リスク関連情報の提供、リスク管理のための体制整備等6つのプログラム領域を設定し、国際的な協力による化学物質管理への取り組みを求めている。

ストックホルム条約やロッテルダム条約等の国際条約、欧州に始まる各国RoHS規制、我が国での化管法政令改正や化審法改正等はこれら国際的な化学物質管理の潮流の中でのでき事である。

化学物質管理が生産管理・品質管理の一側面であることを認識して業績に貢献する施策を立案・推進するためには、これら世界的な潮流の方向性を踏まえて三菱電機の事業がかかわる各種法規制への対応を進めていくことが、今後ますます重要となる。

2. 主要規制各論

2.1 海外法規制

2.1.1 欧州RoHS

改正欧州RoHS指令(以下“RoHS II”という。)が2011年7月1日に公布された(DIRECTIVE 2011/65/EU)。旧RoHS指令(以下“RoHS I”という。)と比較すると、RoHS対象製品の拡大と、適用除外用途の段階的廃止及び見直しの2点が大きな変更点である。

RoHS II 欧州議会案策定段階(2010年)では37物質にも及ぶ規制対象物質の拡大が懸念されていたが、公布されたRoHS II の規制対象物質はRoHS I の6物質(Hg, Pb, Cr⁶⁺, Cd, PBB(Polybrominated biphenyl), PBDE(Polybrominated diphenyl ether))から変更はない。

RoHSの法的要件は“対象物質を均質材料中に一定濃度以上含むEEE(Electric and Electronic Equipment：電機電子機器)を上市してはならない”である。違法上問題とされるのは製造メーカーが入手した含有情報の精度や信頼性ではなく、上市されたEEEの均質材料に規制6物質がどれだけの濃度で含有されているかという事実である。そのため、RoHS対象製品を扱う企業は、含有情報の入手・管理と対象物質の混入を防ぐ生産管理、さらに、これら管理を確実に行うための仕組み作りと運用が重要である。

RoHS II では適用除外用途が段階的に廃止される。既に10件の適用除外用途項目が廃止されており、さらに、2012年4月1日までに21件の項目が廃止される。今後廃止していく適用除外用途項目を用いて製品を製造している企業は、廃止期限に間に合うように対象物質の代替を行わなければ、その製品は違法となり欧州市場に出荷できなくなる。

REACH規則の主な要求事項は、欧州へ輸入される又は欧州で製造する物質、混合物、アーティクルについてそれぞれ定められている法的基準を超える場合に、その化学物質について必要事項を欧州化学品庁(ECHA)へ届出を行うことである。

REACHの要求事項を遵守するためには国内外サプライチェーン全体にわたるコミュニケーション(含有物質のデータ、用途等)が必要である。特にサプライチェーンの下流に位置する電機電子製造企業では必要な情報を入手して顧客へ伝達する仕組みの確立とその運用が重要である。

2.2 国際条約

2.2.1 残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約

有害化学物質の環境上適正な管理を謳(うた)うアジェンダ21第19章の精神に基づき、残留性有機汚染物質の廃絶・削減を目指して2004年に発効した。廃絶対象とされた化学物質(現状18物質)は製造と使用が禁止される。また、特定の用途での使用を認められた化学物質(現状2物質)は、厳重な管理下で、その用途にのみ製造と使用が認められる。

企業がエッセンシャルユース(代替技術が実用化されていない用途)として製造工程に使用している化学物質が万一、ストックホルム条約で廃絶対象とされた場合には、企業はその製品を製造停止せざるを得なくなる。我が国の製造業がエッセンシャルユースとして使用していた化学物質も2007~2009年にわたって廃絶対象として議論されていたが、官を巻き込んだ産業界の粘り強いロビー活動によって特定用途での使用が認められ、当社を含む企業はその事業を継続することができた。

ストックホルム条約では現在でも、工業用途に使用している化学物質が廃絶対象として議論されており、先に述べたリスクは依然として存在し続けている。

2.2.2 シップリサイクル条約

船舶の解体時に生じ得る環境汚染を防ぐ目的で2009年にシップリサイクル条約が採択された。条約で定める有害物質が船舶のどこに含有されるか、その量や所在を記述したインベントリを作成・保持・更新し、最終的に船舶リサイクル施設に引き渡すことを求めている。

当社でも造船メーカーに納める製品について含有化学物質インベントリの提出が客先から求められており、この要求に応えられないと顧客を失うおそれがある。

また、シップリサイクル条約でもアスベストやPCB等、いくつかの物質は使用が禁じられる。しかし、これらの物質は他の国際条約で禁じられているものなので、シップリサイクル条約独自の新たな物質規制は現在のところ生じていない。

2.3 国内法

2.3.1 化審法

2002年にヨハネスブルグで開催されたWSSD(World Summit on Sustainable Development:持続可能な開発に関する世界首脳会議)でアジェンダ21の内容を実施するための指針となる“ヨハネスブルグ実施計画”が採択された。ヨハネスブルグ実施計画では化学物質管理については、化学物質の生産や使用が人の健康や環境にもたらす悪影響を2020年までに最小化することを目指すこととされた。

我が国では、難分解性の性状を持ち、かつ、人の健康を損なうおそれがある化学物質による環境の汚染を防止するため、1973年に化審法が制定された。化審法制定以後の新規化学物質については安全性が評価されてきたが、1973年以前に存在していた既存化学物質は多くの物質が未評価のままであった。2020年までに化学物質による人や環境への悪影響を最小化するため、改正化審法は化学物質固有の有害性のみ評価するのではなく、環境への曝露(ばくろ)量も踏まえたリスクベースの管理を採用した。曝露量を考慮した管理とするため、すべての化学物質の製造量・輸入量を国が把握し、有害性が低くても曝露量が高い物質は高リスク物質として法によって規制されることとなる。

このような化学物質のリスク評価結果を受け、これまで化学品製造メーカーでは、旧化審法による環境影響評価で高蓄積性又は難分解性と評価された物質を生産中止することがあった。そのため、生産中止された物質を主成分とする資材・副資材が入手不可能となり、当社でも開発又は生産に支障が出たケースがあった。今後、曝露量の高い化学物質は高リスクと見做(みな)されるおそれがあるので、このようなリスクは更に拡大することが懸念される。

2.3.2 改正水濁法

2011年6月22日に公布された改正水濁法では法が定める有害物質による地下水汚染を未然防止するため、有害物質を製造・貯蔵・使用・処理する設備(設置床面、配管、排水溝を含む)は省令で定める構造基準を満たさなければならない。2011年8月時点で公開されている構造基準素案では、対象設備の床面はコンクリート製とすること(グレーティングは不可)、配管は床から離して設置すること、地下配管はトレチ内に設置して漏洩(ろうえい)の有無を1日1回目視点検すること等が記載されている。

既存設備の施行は3年の猶予があるので、構造基準が素案のまま省令となった場合、企業は省令に適合するよう3年以内に改修工事を完了し、管理運用を開始しなければならなくなる。

3. 環境技術戦略(規制への対応)

3.1 製品系化学物質管理

RoHS規制は欧州に端を発して中国、韓国、トルコ、ウ

クライナ、インド等、世界中に拡大している。RoHS規制を持つ市場でビジネスを続けるには、当社ブランド製品をその国のRoHS規制に適合させなければならない。すなわち対象物質の濃度管理と必要に応じた対象物質の代替を行わなければならない。

一方、世界中に拡大しているRoHS規制に対応して、ある種の難燃剤^(注1)や可塑剤^(注2)は既に材料メーカーが自主的に代替を進めている。そのため、従来入手できていたものと同一成分の部材がもはや入手できなくなっている事態も一部には発生している。

例として、米国に端を発するハロゲンフリーの動きを受けて臭素系難燃剤^(注3)を無機リン系に代替しているメーカーがある。しかし、無機リンは短絡事故を起こすことが知られており⁽¹⁾、慎重な判断が必要である。このように材料メーカーが電機電子用途に使用することを前提とせずに材料代替を行ったとしたら、電機電子メーカーは製品の安全性／信頼性に多大なリスクを抱えることとなる。このように製品系では、次の3種類の対応を行わなければ電機電子メーカーはビジネスを続けられない状況になっている。

- (1) 規制対象物質の濃度管理
- (2) 必要に応じて対象物質の代替
- (3) 物質代替された製品の品質確保

(1)は欧州RoHSなどの製品含有化学物質規制への遵法である。

海外調達部材の濃度管理に関しては、2011年7月に留意すべき事例が報道されている⁽²⁾。日本の電機電子機器セットメーカーが中国で調達した部材にPBDEが1,800ppm以上含有されていたことが判明し(RoHS規制値は1,000ppm)、同社は1億円以上の費用を要して欧州市場からの回収を行った。ストックホルム条約で廃絶対象とされたPBDEのストックパイルが中国にはいまだに存在していることが原因の一つと言われている。2006年のRoHS施行当初には散發していたこのような事例も、国によってはいまだに起こりうることに留意すべきである。

ストックホルム条約は批准国に対して条約の改正内容(この場合はPBDEの廃絶)を履行することを求めており、批准各国は国内実施計画を条約事務局に提出してその計画を実施する責務を負っている。我が国でもPCB廃絶のための国内実施計画としてPCB特措法が施行されているように、今後PBDEを廃絶するための取り組みを求められることが予想される。国連のUNIDO(United Nations Industrial Development Organization)とUNEP(United Nations Environment Programme)は現在、ストックホルム条約に基づきPBDE廃絶のための国内実施計画ガイドライン策定作業を行っている。現在策定中の1次ドラフトではPBDEのインベントリを作成するために電機電子機器メーカーを含む製造業各社にPBDE含有製品一覧(型名と

PBDE濃度を含む) の提出を求める文言が記載されている。PCBの用途が変電機器などに限られていたのに対してPBDEは電機電子製品、自動車、建材等幅広い分野に使用されていた。このように広範な分野に使用されていたPBDEを廃絶するために、今後、当社を含む製造業各社には、PCB対策以上の繁雑な責務が課せられる可能性がある。

(2)は攻めの対応であり、市場優位性を確保するため他社に先駆けて規制に適合するとともに、メーカーの社会的責務として環境に配慮した製品を創り出す行動でもある。

(3)は(2)の当然の帰結であるとともに、サプライヤーの自主的な物質代替に対応して当社ブランド製品の品質と安全性を確保するための自己防衛的な対応でもある。

(注1) 材料に混合することで、材料の燃焼を抑える物質。消火剤とは異なり、火を消すのではなく材料の延焼を防ぐ機能を持つ。

(注2) プラスチックを柔軟にする化学物質。可塑剤を入れないプラスチックは加工しづらく割れやすいため、製品安全性にかかわる。

(注3) 臭素(Br)によって難燃機能を発現する難燃剤。PBDEが有名だがPBDEはストックホルム条約の廃絶対象である。

3.2 事業所系化学物質管理

事業所系では人の健康及び環境にかかわる管理と生産工程にかかわる管理の2点が求められる。

3.2.1 人の健康及び環境にかかわる管理

図1に示すように、化学物質による人及び環境への影響は、我が国では化管法、大防法、水濁法等によって規制されている。大防法や水濁法では、対象設備が基準を満たさないと判断したときには行政は当該設備の停止を求めることができる。

企業は遵法の観点からだけでなく、地球環境と共生する

社会的責任としても、人及び環境に悪影響を与える得る化学物質の環境への排出を可能な限り低減することが求められる。このような対応は国際社会でもBAT/BEP^(注4)として広く知られており、国連も環境への悪影響を低減する取り組みのガイドラインを出している。また我が国産業界でも、例えば、VOC(Volatile Organic Compounds)排出削減の自主行動計画を策定・実施しており、当社でも実績を上げている。

人及び環境に対する取り組みは一企業だけで完結するものではないため、国内及び国際社会と連携した取り組みを進めることが必要かつ、効果的である。

(注4) BAT/BEP : Best Available Technique(利用可能な最良の技術)とBest Environmental Practice(環境のための最良の慣行)の略。現実的かつ、最良の対応によって排出規制などの環境管理を進めるという考え方である。

3.2.2 生産工程にかかる管理

生産拠点は工場を操業するに際して各国の法規制を受ける。我が国では要旨の図に示した各法規の規制下に置かれている。事業所系の生産工程にかかる管理としては、資材／副資材に含有される化学物質管理と、化学物質関連法規によって規制されている設備の管理の2つの視点が必要である。

(1) 資材／副資材管理

先に述べたように、環境へのリスクが高いと見做された化学物質は化学品メーカーが自主的に製造中止する場合がある。過去にも内分泌搅乱(かくらん)物質の疑いを持たれた界面活性剤(ノニルフェノール)が製造中止となつたために当社で使用していた表面処理剤が入手不可となったケー

曝露経路	法規		
一般環境	化審法	毒劇法	農薬取締法
	化管法		
	大防法、水濁法、廃掃法等		
人へ直接	薬事法		
	食品衛生法		
	有害物質含有家庭用品規制法		
作業環境	労安法		

図1. 我が国の化学物質関連法規分類

スや、樹脂硬化剤の主成分(3,3,5-トリメチルシクロヘキサノン)が化学品製造メーカーの自主判断によって製造中止となつたために開発に支障が出たケースがある。これらの物質は当時も現在も法による規制を受けておらず、化学品メーカーの自主的な判断による製造中止であることに注意が必要である。

このように、生産工程に使用している資材／副資材(洗浄剤、触媒、剥離剤、等)の主要成分が環境に対して高リスクであると見做された場合(改正化審法で優先評価化学物質にリストされた場合など)には、化学品メーカーが自主的に製造中止する懸念があり、実際に製造中止された場合には、代替品をライン実証するまではそのラインが停止するリスクがある。

当社のような化学物質のユーザー企業がこのような生産ライン停止リスクを回避するためには、サプライヤーに対して安定供給を確認し続けることが現実的な対応策である。

(2) 設備管理

我が国で電機電子機器製造メーカーの生産拠点の設備管理にかかる法は、大防法、水濁法等化学物質の環境への排出を規制する法に対する遵法が基本である。

先に述べたように大防法や水濁法等では基準に適合しない設備は行政から停止命令を受けることがあり得る。これは工場操業リスクにほかならないが、当社は各拠点の地道な活動によって高いレベルで遵法を維持しているのでその懸念はない。

現在留意すべきリスクは改正水濁法の構造基準による設備改修及び管理運用要求である。先に述べたような構造基準が施行された場合、当社を含む製造業はラインを停止し

て設備改修工事を行わなければならない。構造基準の対象が法の定める有害物質の貯蔵・使用設備でありそれらの配管や排水溝まで含むため、適用範囲は極めて広範となる。

このリスクに対する企業の対応策は、まず、第一に行政への働きかけである。リオ宣言の第25原則にも謳われているように、持続可能な開発と環境保全は相互依存的であって一方が一方の優位に立つものではない。この観点に立ち、地下水汚染を未然防止しつつ健全な経済活動を進められるように、現実的な構造基準を業界から行政に提案していく必要がある。

その一方で構造基準が施行された際には、確実な遵法を徹底するために設備改修と厳密な運用管理を進めていく必要がある。

4. む す び

国際社会では各国RoHS、欧州REACH、国際条約の新設や改正によって、化学物質を取り巻く状況が大きく変わりつつある。我が国でも化審法や水濁法等の改正が続いている。また、当社グループ海外関係会社がある各国でも、国内法が改正されている。

先に述べたように化学物質管理は生産管理・品質管理の側面の一つにほかならず、この視点を生かすことで、企業経営をより効率的かつ、先進的なものとすることができます。

参 考 文 献

- (1) <http://www.sydrose.com/case100/131/>
- (2) 環境時代の死角、日経エコロジー2011年7月号、48～49（2011）

次世代冷媒への展望

平原卓穂*

Future Prospects of Alternative Refrigerants for Air-Conditioning and Refrigeration

Takuho Hirahara

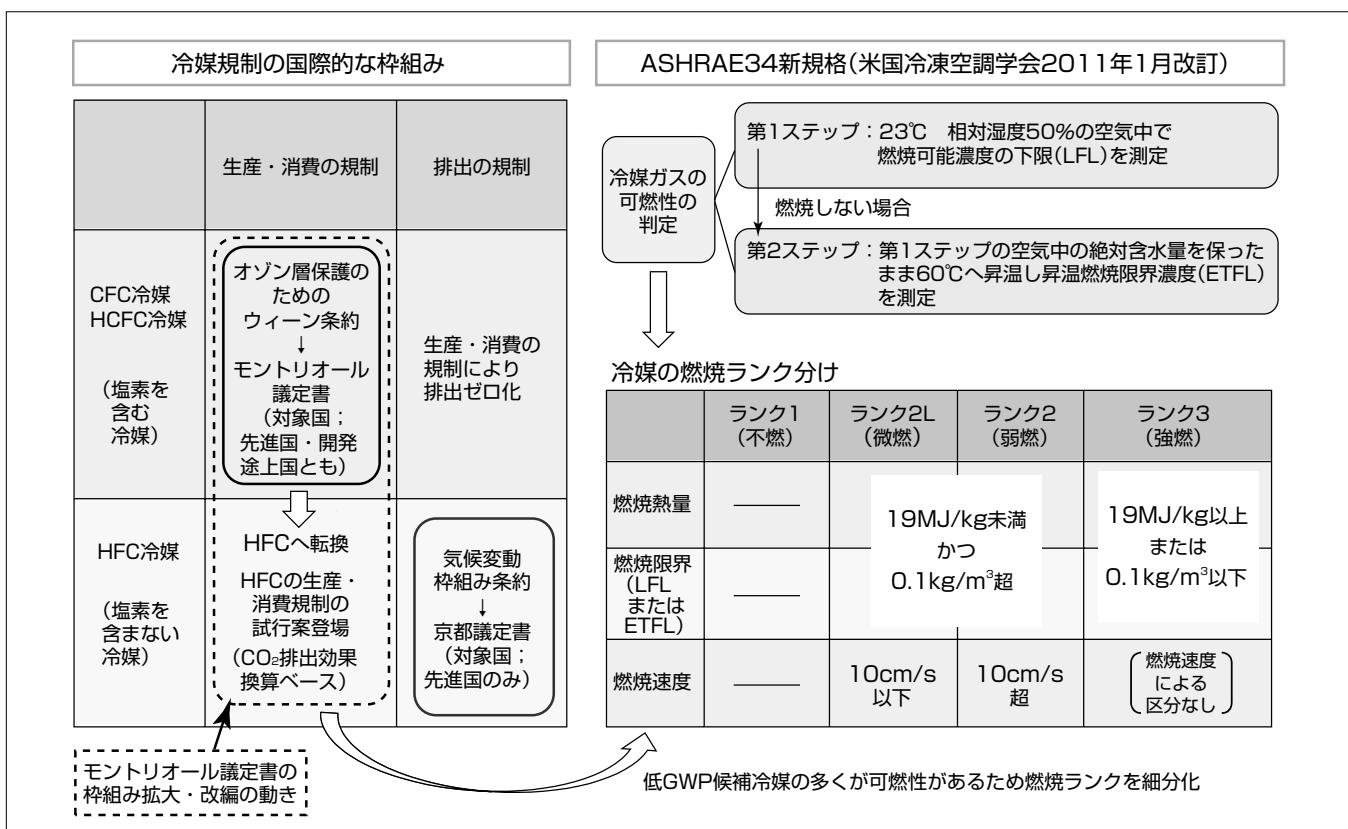
要旨

フッ素系冷媒は冷凍空調機器使用時の信頼性・安全性が極めて高く世界中で使用されているが、製品廃棄後に空気中に放出された冷媒の挙動が地球規模の環境問題につながることから、現在では冷媒の扱いに関する二通りの国際的な枠組みが成立している。

一つはオゾン層保護を目的としたモントリオール議定書であり、塩素を含むCFC(Chloro Fluoro Carbon)系及びHCFC(Hydro Chloro Fluoro Carbon)系冷媒の生産・消費を段階的に減らし全廃を目指すもので、先進国と開発途上国では削減スケジュールが異なる。二つ目は地球温暖化防止を目的とする京都議定書であり、塩素を含まないHFC(Hydro Fluoro Carbon)系冷媒の排出削減を目指して先進国に適用されている(要旨の図左表)。

この二つの枠組みに記載のないHFC系冷媒の生産・消

費については、モントリオール議定書の枠組みを改編し、CO₂排出効果に換算した値をもって全HFC用途の総生産・総消費量の段階的削減を目指す提案が出てきている。開発途上国のHCFC冷媒削減は2013年から開始されるが、このHFC総量規制案を先取りする形でHCFC冷媒から一挙に地球温暖化係数(以下“GWP(Global Warming Potential)”という。)の低い冷媒への転換を模索する途上国も出てきた。また、GWPの低い候補冷媒の多くが可燃性を持つため、世界の冷媒規格をリードするASHRAE(The American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers)34では冷媒の燃焼性区分の細分化が完了し(要旨の図右表)、これを反映した国際規格の変更手続も進んでいる。



次世代冷媒へ向けた国際的な枠組みの改編と冷媒の新区分

HFC系冷媒の排出規制は技術面・行政面での課題が多いため、生産・消費にさかのぼった蛇口側の総量規制が複数の国から提案されている。枠組みとしてはモントリオール議定書を改編し、総量や削減量の計算はCO₂排出効果の換算値を使う案が有力である。地球温暖化係数(GWP)の低い冷媒は燃焼性を持つ例が多いので、世界の冷媒規格の基準となるASHRAE34の2011年版では燃焼ランクが細分化されてランク2L(微燃レベル)が設定された。可燃性の判定も2段階で行われ、第1ステップで不燃と判定された冷媒に対し昇温燃焼限界(ETFL)が測定される。

1. まえがき

現在、冷凍空調機器の主流は冷媒を用いた蒸気圧縮式冷凍サイクルであり、三菱電機は家庭用冷蔵庫からエアコン、大型冷凍機に至る広範な冷凍空調機器製品群を製造している。冷媒はこの蒸気圧縮式冷凍サイクルで、低温側から高温側へ熱を移す最重要機能を担っている。

19世紀から20世紀前半までは冷媒としてアンモニア(NH_3)や二酸化硫黄(SO_2)等が主として使用されてきたが、毒性や可燃性が強く、冷凍空調機器は限られた専門家の厳重な管理下でのみ運転されていた。1930年代に米国のデュポン社がフッ素系化合物を用いた冷媒を開発し、冷凍・冷蔵・空調の各目標温度帯ごとに最適化した“フレオン”なる商品群の量産を始めた。このフッ素系冷媒はたいへん安定していて毒性も極めて低い不燃物であり、冷蔵庫や空調機が大量生産として家庭や事業所へ広がっていく大前提をなす発明であった。

しかし、この高度の安定性のため、大気中に放出されたフッ素系冷媒は空气中では分解せずに高空に達して紫外線を受け、遊離した塩素によるオゾン層破壊の化学反応が1970年代に指摘された。これをきっかけとして1980年代以降国際的な規制がフッ素系冷媒に対して設定されることとなったが、本稿ではこの1980年代以降の各種の冷媒使用規制を概観し、今後を展望する。

2. モントリオール議定書と京都議定書

冷凍空調機器の冷媒に関する国際的な規制には現在2通りの枠組みがある。1987年に採択され1989年に発効したモントリオール議定書と1997年に採択されて2005年に発効した京都議定書である。

モントリオール議定書の上位概念は“オゾン層保護のためのウイーン条約”で、CFC冷媒(フッ素、塩素、炭素原子から成るフッ素系化合物)とHCFC冷媒(フッ素、塩素、水素、炭素原子から成るフッ素系化合物)の生産・消費を規制する、いわゆる蛇口規制であり、規制スケジュールは先進国向けと開発途上国向けで異なる。モントリオール議定書は1989年の発効以降3年ごとに締約国会合が開催され規制強化が図られており、直近の改訂は2007年である。

京都議定書の上位概念は“気候変動枠組み条約”で地球温

表1. 主要なフッ素系冷媒のODPとGWP

冷媒名称	化学式	ODP	GWP(経過年: 100年)	
			IPPC-2001	IPPC-2007
CFC	R12	CCl_2F_2	1	10,600
HCFC	R22	CHClF_2	0.055	1,700
HFC	R134a	CH_2FCF_3	0	1,300
	R410A ^(注1)		0	1,975
	R32	CH_2F_2	0	550
	R125	CH_2FCF_3	0	3,400

(注1) R410AはR32とR125の混合冷媒(混合比は50:50)

暖化の防止を目的としており、HFC冷媒(塩素を含まず、フッ素、水素、炭素原子から成るフッ素系化合物)の大気中への排出量の削減を目指す目標計画である。先進国(ただし米国は批准せず)のみを対象としており、規制期間は2012年までである。

現時点における冷凍空調機器用冷媒にかかる両議定書の規制概念を要旨の図に示した。また過去から現在に至るまで冷凍空調機器に使用されてきた主要なフッ素系冷媒を表1に示す。冷媒のGWPは測定実験の改良に伴って順次値が更新されており、2001年と2007年の発表値を併記した(EU(European Union)域内の一一部の国でGWP規制が実施されているが2001年数値に基づく執行である。)。

規制の流れを概観すると、1990年代にオゾン破壊係数(ODP)の大きいCFC冷媒(代表は家庭用冷蔵庫とカーエアコンのR12)の規制が開始されて塩素を含まないHFC冷媒に変わり、続いて2000年代にオゾン破壊係数の小さいHCFC冷媒(代表はエアコンのR22)が先進国でHFC冷媒へ転換された。しかし、HFC冷媒はGWPが大きいので、機器使用中の冷媒漏洩(ろうえい)や廃棄時の排出に対しEUや日本では規制が開始されている。

3. オゾン層保護への対応

モントリオール議定書ではCFC冷媒とHCFC冷媒の全廃を目指しているが、そのスケジュールは先進国と開発途上国で異なる。

3.1 CFC冷媒の削減

CFC冷媒の代表例はR12であり、冷蔵庫やカーエアコンに広く使用されていた。オゾン破壊係数は1.0であり早急な全廃が求められたことから、モントリオール議定書では先進国の全廃目標を1996年とした。日本では1990年代の初期に冷蔵庫やカーエアコンの冷媒転換が開始され、その後、業務用冷凍冷蔵機器も含めて期限内での転換が完了している。

一方、開発途上国は全廃目標は当初2015年と定められたが、多くの国が国連の冷媒転換支援基金を受けて2000年前後から転換を開始した。このため中国・ASEAN諸国の大半は既に前倒しの転換が完了している。

3.2 HCFC冷媒の削減

HCFC冷媒の代表例は空調機に使用してきたR22であ

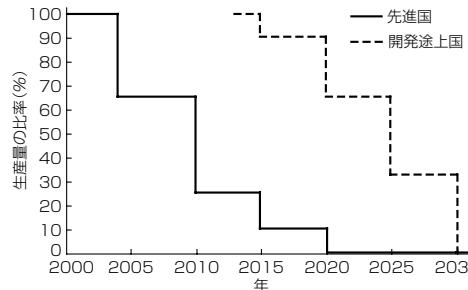


図1. HCFC生産の削減スケジュール(2007年改訂)

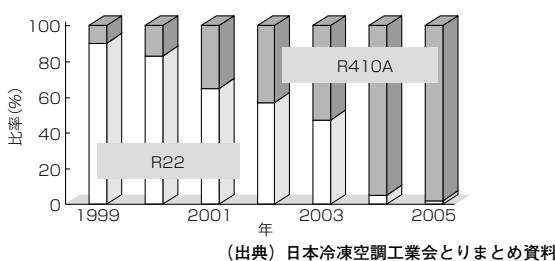


図2. 日本における家庭用空調機の冷媒転換状況(R22⇒R410A)

る。CFC冷媒に比べてHCFC冷媒のオゾン破壊係数は1/10以下そのためCFC冷媒の削減が最優先とされてきたが、近年のモントリオール締約国会合ではHCFC削減計画の前倒しが決まっている。2007年改訂の最新の削減計画を図1に示す。

先進国の削減スケジュールは1996年開始、2020年全廃であり、開発途上国については2013年削減開始、2030年全廃となっている。

日本の空調機は世界に先駆けて2000年代前半にR22からHFC冷媒(R410A又はR407C)への転換を進めた。家庭用空調機の冷媒転換状況を図2に示す。

なお、開発途上国HCFC冷媒転換は上述のとおり、これから(2013年)開始される。

4. 地球温暖化への対応

4.1 京都議定書

大気中へのCO₂排出に比べてフッ素系冷媒そのものの排出量は僅少であるがGWPは大きい。このため京都議定書では“オゾン層保護の目的で使用されることとなったHFC冷媒”に対してその大気中への排出抑制が求められることとなった。

日本国内では冷凍空調機器の廃棄時にその充填冷媒について、HFCのみならずCFC・HCFCを含むフッ素系冷媒の回収が求められており、家電リサイクル法(1998年)、フロン回収破壊法(2005年)、自動車リサイクル法(2005年)が制定された。

4.2 低GWP冷媒の使用

冷凍空調用の冷媒に適した温度一圧力特性を持つ低GWP(地球温暖化係数)の物質はおおむね空気中の濃度がある値を超すと可燃性を示す。また、何らかの身体機能の低下を呈する濃度が従来のフッ素系冷媒よりもかなり低濃度の場合もある。このため今まで冷凍空調分野における低GWP冷媒の使用は1台当たりの冷媒充填量が僅少か又は冷媒循環が室外機のみに限定されるケースが大半であった。

現時点で低GWP冷媒の候補に挙げられている物質は表2のとおりで多くの候補物質が可燃性を持つ。従来、冷媒の国際規格における燃焼性の分類は強燃(ランク3)と弱燃(ランク2)及び不燃(ランク1)の3分類であったが、2011年初頭に公表されたASHRAE34の新規格では弱燃の中にさらに微燃(ランク2L)を設定し、1234yf、1234ze、及び

表2. 低GWP候補冷媒の一例

候補冷媒	GWP(100年) (IPCC=2007)	大気中の寿命	可燃性	備考
R134a～1234yf混合	MIN485 ^(注2)	(4日)	不燃	圧損大きく低性能
R32	675	5年	微燃	
R32～1234yf混合 ^(注3)	4～675 ^(注4)	(4日)	微燃	R32少ほど低性能
1234yf ^(注5)	4 ^(注4)	4日	微燃	圧損大きく低性能
プロパン	3	0年	強燃	防爆対策が必要
イソブタン	3	0年	強燃	防爆対策が必要
アンモニア	0	0年	微燃	毒性あり
二酸化炭素	1	120年	不燃	空調では低性能

(注2) R134a : 1234yf = 36 : 64(参考文献(1)による。)

(注3) 1234yfを1234zeで代替する案もある。

(注4) 冷媒メーカー発表値

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change

R32がランク2Lに分類された。この新たな分類基準を要旨の図右下に示した。“微燃”的分類は燃焼火炎の伝搬速度によって判定される。

また燃焼性のランク分けの前提となる可燃／不燃の判別は温度を変えて2段階で実施される。常温域(23°C)で不燃と判断された物質は高温域(60°C)で再度可燃性を確認し、燃焼領域が存在すれば、その下限濃度は“昇温燃焼限界(ETFL)”と呼ばれる。

このASHRAE34の新分類は現在国際規格化の審議最終段階にあり、2011年内にISO(International Organization for Standardization)-817の新規格として公表される見通しである。

5. 今後の動向と展望

5.1 三つの新動向

先に述べたように冷媒規制では国際的な枠組みが二つあり、加えて環境問題で先進的なEUの動きもあるため冷媒規制の動向は極めて見通しにくい状態にある。しかし、今後を展望するうえで最も重要な動向は次の3点と考えられる。

(1) 規制枠組みの再編成

京都議定書並びにその上位概念である気候変動枠組み条約は対象物質の排出抑制を規定しており、当然、対象物質の生産規制(いわゆる蛇口規制)や使用制限・使途制限は対象外である。このためGWPの大きいHFC冷媒の生産・消費規制をモントリオール議定書へ新たに設定する枠組みが模索されている。具体的な規制スケジュール案は、既にミクロネシア島嶼(とうしょ)国や北米3国(米、加、メキシコ)から提案されており図3に示す。

この規制案は従来のモントリオール議定書削減計画と同じように生産・消費の総量を段階的に規制するが、次の2点が全く異なる。

①総量計算は冷媒以外の用途も含めた全HFC生産量をCO₂排出効果で計算し、より低GWP物質への転換を定量評価する。

②最終ゴールは全廃とせず使用が不可欠の分野では厳重な排出管理のもとで一定量の使用を認める。

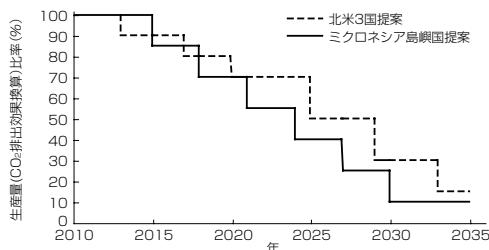


図3. HFCの生産総量規制案(北米3国提案とミクロネシア島嶼国提案)

現在F-Gas(フッ素系化合物)規則見直し年に入っているEUの一部でもこの総量規制案を評価する動きがあり、今後のHFC冷媒規制の基本となる可能性が出てきた。なお昨年米国上院で否決されたワックスマン・マーキー法も同様の総量規制の考え方であり、同法では1234yf, 1234zeも規制対象に含めており、そのCO₂排出効果換算値が総量に含まれる。

(2) 開発途上国のHCFC削減計画

開発途上国はモントリオール議定書にしたがってHCFC削減を2013年から開始する。また、国連環境計画(UNEP)も以前のCFC転換時と同様に今回転換のために支援基金を設定している。冷凍空調機器用のHCFC冷媒で最も多用されているR22の転換について国連環境計画はよりGWPの低い冷媒への転換を推奨し、低GWP冷媒による代替を基金申請の重要な条件としている。中南米の一部の国はR22からR410Aへの転換案で基金申請を行ったが、現在多くの開発途上国はより低GWPの候補冷媒を模索している。

このため国によっては家庭用空調機業界と業務用空調機業界で推奨候補冷媒が異なったり、同一国内メーカー間の代替候補冷媒の違いを政府指導で統一化するなど、動向が国ごとに極めて複雑化しているが、開発途上国の冷媒選択の全体動向が先進国の今後の冷媒選択に直接影響を与える可能性が出てきている。

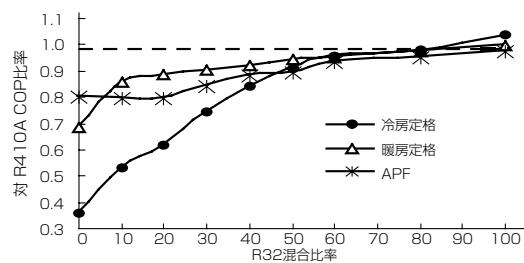
(3) EUのF-Gas規則見直し

EUでは2011年がF-Gas規則の見直し年に当たり、前回の見直し年であった2006年以降のフッ素系冷媒に対する各種施策のチェックが開始されている。

2006年にはカーエアコン用冷媒でGWP値規制が決まり、2011年の新型車搭載エアコンから規制が適用されている。このため今回は“定置式冷凍空調機用の冷媒に対する見直し”が“機器使用中の漏洩対策の見直し”と並んで重要テーマとなっている。見直し作業には少なくとも1~2年かかると見られる。

5.2 今後の展望

先に述べたとおりHFC冷媒の排出だけでなく生産や消費(製品充填)に対しても新たな動きが出てきているが、低GWP冷媒は一部を除いて可燃性があり、何らかの身体機能が低下を呈する限界濃度も従来冷媒より不利なケースが多い。さらに、大半の低GWP冷媒は現在用いられている



出典：参考文献(2)(NEDOによる“平成20~22年ノンフロン型省エネルギー冷凍空調システム開発”プロジェクトの“次世代冷凍空調技術国際会議2010”での発表論文)

図4. “1234yf+R32”混合冷媒を充填した家庭用空調機の性能

るHFC冷媒に比較して機器の性能をかなり低下させ、特に夏季最暑期の冷房電力を大幅に増加させる場合がある。

一例として1234yf(GWP = 4)とR32(GWP = 675)の混合冷媒でR32の混合比率を変化させて家庭用空調機に充填した場合を図4に示す。空調機性能(縦軸)は現行のR410A冷媒空調機との比率を示す。R32混合比率0(ゼロ)は1234yf単独冷媒の空調機となり、GWPは4だが、冷房定格性能(夏季最暑期の空調機性能にほぼ対応)は現行機種比0.34(34%)であり、現行機種の2.9倍の電力が必要となる。R32の混合比を上げると性能は現行機種に近づくが、冷媒のGWP値は上昇し、R32が60%の場合GWP = 407となる。

こうした製品開発上の多くの難点と、さらに製品廃棄時やリサイクル工程における可燃冷媒への対策等の検討課題が山積しているものの、次世代冷媒はより低GWPの物質になるものと見られる。

6. む す び

モントリオール議定書が発効した1989年以降、当社を含めて日本の冷凍空調メーカーは世界に先駆けて冷媒転換を実施しするとともに、家電リサイクル法に基づいてリサイクルプラントを設立して冷媒回収を進め京都議定書へも対応してきた。

今後も環境問題の国際的な動向を注視し、顧客の安全と利便性確保の観点から、実用に適格と判断できる候補冷媒を検討していく。

参 考 文 献

- (1) Yamada, Y., et al.: Environmental Friendly Non-flammable Refrigerants, 2010 International Symposium on Next-generation Air Conditioning and Refrigeration Technology^(注5), Program No. GS07 (2010)
- (2) Okazaki, T., et al.: Performance and Reliability Evaluation of a Room Air Conditioner with Low GWP Refrigerants, 2010 International Symposium on Next-generation Air Conditioning and Refrigeration Technology^(注5), Program No. NS27 (2010)

(注5) 2010年2月(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)主催

環境ステートメント“エコチェンジ”を活用した コミュニケーション戦略

片山泰治*

Use of Environmental Statement "Eco Changes" in Communications Strategy

Yasuhiro Katayama

要 旨

三菱電機は2009年に当社グループの環境ステートメント“eco changes”(以下“エコチェンジ”という。)を制定した。これは、当社グループの強みである環境関連技術・製品・システムをコーポレート全体として機種横断型の訴求を行うことによって、当社グループの企業イメージ全体の向上はもちろんのこと、製品販売をサポートし当該事業の売上げ・損益向上に寄与すること、また、事業単体でバラバラな訴求展開に横断化・一貫性を持たせ、その結果、事業間のシナジーを図りつつ、効率性の担保も目指すものである。

現在では、日本はもとより海外各エリアでの展開も始ま

り、グローバルな環境先進企業を標榜(ひょうぼう)する当社に合った“ワンワード・ワンルック”を各エリアが共有し、現地事情に沿った企画を現地が行うといった、コミュニケーションにおける取り組みも始まっている。

本稿では、単なる広告上のキャッチフレーズとは一線を画するこの取り組みの機能・意味を読み解きつつ、日本はもとよりシナジーの典型例とも言える海外展開の実態を述べることで、コミュニケーションが経営に直結する戦略としていかに機能しうるかを述べ、目指す効果や可能性を検証する。



家庭から宇宙まで、エコチェンジ。
エコチェンジ ロゴマーク(国内)



for a greener tomorrow
Eco Changes ロゴマーク(海外)



展開例(日本の事例)



展開例(海外の事例)



www.mitsubishi-electric.co.jp/me/eco_changes/products/map.html

オフィシャルサイト内のエコチェンジマップ

環境ステートメント“エコチェンジ”的ロゴマークと展開例

エコチェンジ訴求でシンボリックな役割を果たすエコチェンジのステートメントとロゴマークを示す。ロゴマークについてはマニュアルで表示方法や運用について規定し、イメージの分散や誤用を防ぎつつ各種広告などで展開している。

1. エコチェンジ誕生の背景

1.1 “ビジョン”を具現化するエコチェンジ

当社グループは、地球上で事業活動を営む者の責務として、また、世界最先端の環境技術を持つ企業の使命として、持続可能な社会の実現に貢献するため、環境経営の長期ビジョン“環境ビジョン2021”を2007年10月に策定した⁽¹⁾。さらに、2009年11月には地球温暖化対策事業を全社的な戦略事業の柱の一つと位置づけるなど、環境経営という観点での様々な目標や戦略を立案・発表し、“環境”は当社にとって更なる成長の基盤であることを明確化した時期でもあった。

環境経営の発想をいかに事業に落とし込むか、また、研究・開発・生産から営業・販促等の様々な企業活動にいかに展開していくかは、環境経営の実現で重要なテーマであり、顧客や社会へのアピール、社内への周知という両面で工夫が必要となる。ただ目標や戦略は大局的であり、帰結点そのものであるため、企業の情報発信にとって不可欠な“その企業らしさ・独自性”や“具体性”，“顧客や社会にいかに貢献できるのか=顧客に関係のある情報”とはほど遠い。その結果、対外的にはよく分からぬ情報でしかなく、社内ではただの“絵に描いた餅”となる懸念があった。

このような状況を避けるため、環境ビジョン2021や各種戦略で掲げた“目標”に対し、当社がどのように取り組むのか、ある種の具体的な宣言として標榜することが求められ、宣言にふさわしい取り組み・ツールの開発を検討し始めた。これがエコチェンジ誕生の背景である。

1.2 希薄な当社企業イメージの脱却を目指して

一方、宣伝部における課題の一つに“当社企業イメージの希薄さからの脱却”があった。様々な企業イメージ調査結果を見ると、当社は“大企業・知名度・伝統・家電”等、表層的・断片的なイメージで構成されており、当社の業態・実態が的確に伝わっているとは言いがたい状況にあった。また、“三菱電機と言えば○○”という確固たるイメージの形成が十分でないため、売上げ規模や製品群の広さ、社会的な貢献・影響のわりには“関係者は知っているが、そうでない人は名前くらいしか知らない”のが実態であった。

1.3 自らも変わる、顧客とともに変わる —“体質強化”“社会貢献”的発想—

このような背景のもと、2008年から環境コミュニケーション戦略及びツールの開発に着手し、次の要素を織り込んだ“エコチェンジ”が誕生した。特に環境訴求が乱立する昨今、当社ならではの環境に対する方向性を明確にすることに留意した。

①環境ビジョン2021に明示された幅広い分野での“環境貢献型製品”的拡販(→事業拡大、ひいては社会への貢

献に)，製品生産時のCO₂削減(→環境面における自社体質の改善へ)の明示

- ②“日々改善”し“自らを変革”することで高い目標に挑戦することを示すコーポレートステートメント“Changes for the Better”との調和
- ③当社製品を購入する顧客に対し、ただ購入してもらうだけではなく製品を通じて、“顧客と一緒に環境配慮に取り組む”という姿勢の提示

2. コミュニケーションツールとしての エコチェンジの機能

このような留意事項を基に、当社グループは環境に強い企業であるとのイメージの確立を目指すための、環境コミュニケーションのコンセプトとツールの開発に取り組んだ。大きな特長として次の事項を列記する。

2.1 独自の訴求ポイント

(1) 一緒にエコチェンジ

昨今、環境経営・環境配慮型事業の訴求は業界の内外を問わず、また、国の内外をも問わず、百花繚乱(ひやっかりょうらん)の体をなしており、すでに後発となる当社の場合、他社とは違った訴求の方向性を模索する必要があった。ここで着目したのは、環境訴求は“自社の製品・取組み”を述べるスタンスが大半であり、どうしても“我が社は○○する”“我が社の製品は○○です”といった企業からの一方的な情報発信、宣言の形をとることが多い点であった。

当社の場合、環境ビジョン2021では製品使用時や生産時のCO₂削減が大きな柱となっていることから、この論法を生かした“顧客とともに”というスタンスをとり、一方的でない対顧客・対社会への働きかけを意識したコンセプトを策定した。現在も“一緒にエコチェンジする”という姿勢は訴求方向性の基礎となっている。

(2) “Changes”的資産活用

当社にはコーポレートステートメント“Changes for the Better”⁽²⁾が資産として存在する。これは2001年に創立80周年事業の一環として制定されたもので、自ら“より良いもの”を求めて変革し、“技術、サービス、創造力の向上”を図り、“もっと素晴らしい明日”を切り拓(ひら)いていくことを顧客に約束したものである。企業の情報発信においてコーポレートステートメントはコーポレートロゴと並列させる最上位のメッセージであり、現在も随所にこの志が各種メッセージに展開されている。

エコチェンジに“Changes”的要素が盛り込まれているのは、企業情報発信で10年もの間継続して上位の情報として用いられてきた蓄積を活用し、Changes for the Betterの精神を踏襲するためである。これによって、ともすれば漠然となりがちな環境訴求で、明確な意志と行動を示すことを可能にした。幅広い分野で低炭素型・循環型事業を展開

し多くの実績を上げている当社の自信をも盛り込んだとも言える。

(3) “ビフォー・アフター”へのこだわり

先に述べたとおり“顧客とともにエコに変える”という訴求の方向性をより納得性の高いものとするためには、製品や取組みの成果に具体性を持たせることが重要となる。エコチェンジの訴求では使用前・使用後を具体的に、開示可能なものについては数値などによって客観的な裏付けが担保できるよう、広告などで配慮をしている。ビフォー・アフターにエコチェンジが媒介することで、エコチェンジそのものの信頼にもつながる。

(4) 事業分野の幅広さを示す“家庭から宇宙まで”

当社の独自性を示す要素の一つとして“事業領域の幅広さ”がある。当社グループの特長である幅広い事業を通じて低炭素社会・循環型社会に向けてチャレンジするという環境経営姿勢をより明確に示すため、ロゴマークには“家庭から宇宙まで”というコピーを盛り込んだ^(注1)。

(注1) 海外展開では目的の違いから“for a greener tomorrow”が採用されている（背景は4章を参照）。

2.2 “環境ステートメント”が持つ意味

エコチェンジは“三菱電機グループ 環境ステートメント”と定義されている⁽³⁾。これはグループ全社員の行動を示すものとして設定されているコーポレートステートメント“Changes for the Better”と同列と位置づけられ、当社企業メッセージとしての最上位に据えられている。これは環境配慮・環境改善への視点が企業姿勢の柱の一つであることを社内外に対して明確に示すことに他ならない。これによって、コーポレートステートメントと同様に名刺・カタログ等、各種ドキュメントでの表示について、“表示マニュアル”で規定化することで使用の徹底を図り、全社統一の運用を行い効率化と表現一本化によるイメージの集約を実現している。

2.3 錦の御旗としての“ロゴマーク”制定

エコチェンジ戦略の検討段階でロゴマークの担う役割は重く、実使用シーンを想定しながら様々な検討がなされた。ロゴマークの基本マーク部分については、主としてビジネスシーンでの使用が想定されることから、信頼感の醸成に資する表現に留意した。具体的に言えば、一見してエコ訴求であることが伝わるように分かりやすい意匠としつつも、他社エコ訴求との明確な差別化を意識した。特に配色・形状については、家庭から宇宙まで地球全体がより良く変わることの願いを、みずみずしいグリーンの球体で表し、社員自らが“変わる”，顧客と一体となって“社会を変える”，そのスピーディーな行動力を動きの軌跡で表現した。原則タグライン“家庭から宇宙まで、エコチェンジ。”と基本マークのセットをロゴマークとして制定する一方、名刺やバッジでは基本マークを用い、様々な局面で統一された環境

訴求のアイコンとして機能するよう規定した。

2.4 アウターアプローチとインナーアプローチ

エコチェンジは社外向の情報発信に用いられるが、社員へのバッジ配布や名刺への反映、環境ステートメントとしての運用を推進することで、社内・グループ向の啓発も意識している。グループ内で周到に浸透させつつ社会へと発信することで、エコチェンジが説得力のある地に足のついた活動とするねらいがある。特に生産時CO₂削減など自らが環境に配慮した体質改善をする活動で、エコチェンジがどのように推進を後押しするかは現下課題の一つでもある。

3. エコチェンジがもたらす効果

2009年6月の制定以降、エコチェンジは名刺・バッジ類の配布や表示規定に沿った運用等社内浸透策を展開しつつ、展示会でのエコチェンジコーナー設置、環境ステートメントブックやエコチェンジ読本等の配布、各種広告でのエコチェンジ訴求展開、エコチェンジサイトの立ち上げやエコプロダクト展での前面訴求等、様々な外部への情報発信を展開してきた。また、基本マークで構成されるロゴバッジは公式な場での着用が浸透し始めるなど、社内での活用も徐々に広まった。

特に事業サイドでの環境訴求にエコチェンジが活用される機会も徐々に増加傾向にある。これにはいくつかの要因が想定される。

(1) 時代や営業の流れとのマッチング

競合他社をはじめ、展示会などの訴求軸に“環境”を位置づける事象が増加傾向にある。特に欧州では環境関連の裏付けを開示しない会社を評価しない機運があり、欧州企業各社が環境へのアピールを高めたことも一因にある。

(2) ニーズにかなった共用資産に

例えば、最終製品はもとより、その製品内部に実装された部品も当社製の環境に配慮したものである、という広がりのある訴求を他社との差別化に活用したいとのニーズが社内で散見されている。こうした場合コーポレートの横断訴求を活用することは効果的・効率的であると言える。

4. 海外展開の意味と効用について

2009年の立ち上げ期で、エコチェンジの使用対象は諸般の事情から日本に限定されていたが、海外における環境への意識の高さは地域によっては日本よりも顕著であり、当該現地事業にあっても環境訴求は課題の一つとなっていた。また、グローバル企業としての環境訴求を考えると、エコチェンジのグローバル化は自明の理であることから、ロゴマークを形成する日本語のタグライン“家庭から宇宙まで、エコチェンジ。”の扱いなどグローバル展開の際に検討すべき諸々（もろもろ）の課題を協議した結果、一部の地域を除き2010年7月より海外でもエコチェンジの展開を開始

した。特に課題の一つであったタグラインについては、エコチェンジという言葉の“Eco”的意味をより明確にし、理解を促すため新たに“for a greener tomorrow”を海外版のタグラインとして制定・代替させ、原則ワンワード・ワンルックとした。

4.1 グローバル企業としてのシナジー効果

導入初年の2010年度には、米・欧・アジア各エリアでエコチェンジの広告などによる露出を開始した。現地の展示会でも、例えば、インドで開催されたエコプロダクツ国際展や現地総合販売会社“Mitsubishi Electric India Pvt. Ltd”的開所式で、エコチェンジを前面に打ち出した展示などを実施することで当社の姿勢を積極的にアピールした。また、欧州各国の拠点では個々の宣伝販促活動で積極的にエコチェンジを取り入れ始めており、米国ではテレビCMを制作し、台湾では事業展示会で環境製品を事業横断訴求としてエコチェンジを傘にして述べるなど、グローバルに“三菱電機はエコチェンジ”との打ち出しを展開し始めた。

2011年の創立90周年を機に、当社グループは“グローバルで、豊かな社会構築に貢献する環境先進企業”を目指すことを標榜した。この姿勢をグローバルに明示することは環境意識が高い先進国ではもちろん、急激な発展の一方で環境問題が切実になっている新興国でも有効であり、各地域での取組みはそれぞれのシナジー効果を生み出し、まさに横断的な訴求としての機能向上が期待される。

5. ドライバとしての“エコチェンジプロダクツ”

エコチェンジの展開は、ただイメージを訴求するだけではなく、具体性や顧客や社会への貢献度合いをバックボーンに持つ“説得型”的訴求が肝要である。そのベースとするためのエコチェンジ運営サイドでは事業部門からのエンタリーを基に、当社グループとして“特に環境貢献型事業としてアピールできる”事業・技術を選抜する“エコチェンジプロダクツ”を制定し運用している。“エコチェンジプロダクツ”はエンタリー制度としての機能を持つ一方で、幅広い事業を持つ当社グループの中でも環境関連製品の代表群としてアピールする機能も持たせ、全社横断のプロモーションで共通的に訴求するためのツールとして活用している。

特にウェブサイトや展示会等で活用している“エコチェンジマップ”では、家庭・社会から宇宙まで様々な分野で当社の環境関連技術・製品を俯瞰(ふかん)でアピールし、具体的な貢献を細く説明し、説得・理解につながるコンテンツを目指した。また、PRツールの一環として作成したトランプは、絵札を除いた40枚で幅広さを楽しく認知してもらうために、製品のイラストと特長を掲載し、PRツールとして日本・海外でも活用している。

6. むすび —エコチェンジ戦略の今後—

エコチェンジはそのコンセプトの設定や垂直立ち上げに資する様々な施策によって、着実に認知・理解につなげつつある。ただし、エコチェンジは企業価値を向上させていく上で欠かせない環境ステートメントであり、単発のキャンペーンや絵に書いた餅のような扱いでなく、中長期視点で継続して取り組むことが肝要である。今後もあらゆる資源を投入し、様々な媒体への展開を国内外ともに効果的かつ、継続的に展開したい。

また、特に社外への訴求を考える上で、ただ技術や製品の情報だけを流すのではなく、より親しみを持って当社グループの取組みやエコチェンジそのものに関心を抱いてもらうことも、大きな課題の一つである。エコチェンジトランプやエコチェンジ読本に見られるイラストの多用に代表されるような、柔軟な発想に立った豊かな表現方法を模索していくことも、これから環境コミュニケーションには必要な要素であり、表情豊かにエコチェンジを今後も発信していきたい。

一方、エコチェンジという言葉には、当社が長年培ってきた技術力を生かして社会の役に立ちたい、社会とともに“一緒に世の中をエコに変えていきたい”という意気が込められている。この姿勢を世の中へ伝えていく上で大切な“裏付け”的担保も大きな課題と言える。例えば、生産時のCO₂を削減するためには工場の省エネルギーや製品性能の向上など、小さな工夫を積み重ねていく必要があるが、こうした事実の裏付けあってのエコチェンジであると知ってもらうことが、ステークホルダーの信頼を得ることにつながるものと信じてやまない。

継続的に、地に足をつけ、表情豊かに・・・エコチェンジの試みは今始まったばかりである。

参考文献

- (1) 環境ビジョン2021(三菱電機サイト 環境報告)
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/eco/plan/vision2021/index.html>
- (2) Changes for the Better(三菱電機サイト 企業理念)
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/corporate/gaiyo/rinen/index.html>
- (3) 三菱電機グループの環境ステートメントを新たに制定(2009.6.24付ニュースリリース)
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2009/0624.htm>

三菱電機グループの環境マインドの育成と生物多様性の理解

磯貝吉男*

Respecting Biodiversity and Environmental Awareness of Mitsubishi Electric Group

Yoshio Isogai

要旨

1992年にブラジルのリオ・デ・ジャネイロで開催された国連地球サミットで“生物多様性条約”が採択された。以降、国際的な枠組みの中で生態系の保護が進んでいる。

三菱電機グループでは、環境活動の長期ビジョン“環境ビジョン2021”の2大テーマである“低炭素社会の実現”と“循環型社会の形成”を進める“環境マインド”を養うべく、社員個人を啓発する活動として、2006年度から社員リーダーによる子ども向けエコロジー教室“みつびしでんき野外教室”と“里山保全プロジェクト”に取り組んできた。そもそも、我々のすべての活動は生態系から得られる恵みのうえに成り立っているとの認識を新たにし、与える影響の緩和に努める必要がある。生物多様性を理解したうえで行動

することは、資源に依存して事業を行っている我々の責務でもあろう。

これらの活動を体系化するため、2010年5月18日にグループで定める環境方針の付属書として“生物多様性行動指針”を制定した。この行動指針に従い、生物多様性の視点から、事業が環境に与える影響を正しく認識することで、与える影響の極小化ならびに事業を通じた環境貢献のあり方が浮き彫りになってくる。

当社グループは、生物多様性を理解し、更なる“環境マインド”的な育成を広げることで、事業活動による環境貢献を加速していく。



事業活動と生物多様性の関連

人間のあらゆる活動は、地球上に生息する多種多様な生物の営みから恩恵を受けている。その一方で、人間の様々な活動が、生物の多様性に重大な影響を与えている。多くの生物種の絶滅が報告されている現在、生物多様性の保全は人類共通の課題である。このような認識の基、当社は、グループ全体で生物多様性の保全に貢献していくためのガイドラインとして、“生物多様性行動指針”を定めた。この行動指針に基づいて、公害防止はもとより製品・サービスを通じた“低炭素社会の実現”“循環型社会の形成”を加速するとともに、“グリーン調達”や“大規模・高純度プラスチックリサイクル”といった環境負荷低減のための活動を強化する。また、“みつびしでんき野外教室”“里山保全プロジェクト”など、“環境マインド”的な醸成を目指した活動も拡大していく。

1. まえがき

1992年にリオ・デ・ジャネイロで環境と開発をテーマに国連地球サミットが開催された。ほぼすべての国連加盟国が参加したこの会議で採択されたのが“気候変動枠組み条約”及び“生物多様性条約”である。この会議を機に、国際レベルの枠組みの中で各国が地球温暖化や生態系の保護に関する取り組みを強化したのと同時に、様々な地球規模の環境問題や生態系保護に対する一般市民の関心が高まってきた。

2010年には、COP10(生物多様性条約第10回締約国会議)が名古屋で開催され、2012年までの間、日本は世界の生物多様性への取り組みを牽引(けんいん)する立場にある。

製造を主たる業とする当社グループは、生態系に由来する資源を基に事業を営んでいると同時に、事業活動を通して生物多様性に影響を与えていた。これらの認識を社員が共有し、それぞれの立場で行うべき行動をとることが、製造業たる当社グループの生物多様性保全への寄与そのものである。

本稿では、環境活動の原点ともいべき生物多様性保全と、当社グループの生物多様性とのかかわりについて述べる。

2. 生物多様性について

2.1 生物多様性とその恵み

生物多様性とは、様々な生きものの同士がその生息環境とともに複雑にかかわりあいながら存在している様をいう。企業活動も、個人の生活も、生物多様性から得られる恵みがあつてはじめて成立しているとの認識を新たにする必要がある。

生物多様性がもたらす恵みは、次の4点に大別される。

- (1) 食料、淡水、薬、木材、繊維等の原料
- (2) 気温上昇を抑える湖沼や、防風林等、人間にとて不都合な自然の変化の緩和作用
- (3) よい眺め、爽快な風等、精神的な寛(くつろ)ぎをもたらすもの
- (4) 森林、川、海洋を通した、水とミネラルの循環など、地球を維持するプロセス

2.2 生物多様性の劣化

過去から私たちは2.1節に示した恵みに依存してきたが、ここ50年を見ると、生態系損失の速度と規模は、史上最大(最悪)であり、その結果、もたらされる恵みはその量も質も劣化してきている。劣化の主因と考えられる人為的行為のワースト5は、次のとおりである。

- (1) 河川、湾岸、大気、地下水等の汚染
- (2) 森林伐採、埋立て等による生息・生育場所の変化
- (3) 故意、過失による外来生物の導入
- (4) 材木、水、魚等、資源の過剰利用

- (5) 化石燃料の大量消費などによる気候への影響や、都市廃熱によるヒートアイランド化

日本における過去50年を振り返ると、人口増加による宅地化の進行や、第一次産業従事者の減少が著しかった。生活環境と様式の変化によって“自然の恵み”を日々の生活の中で感じにくくなつたといえよう。また高度成長期時代を挟み、生きものとのかかわりに目が留(とど)まりにくい時代背景もあったものと考えられる。

2.3 生物多様性条約の骨子

かかる状況で、1992年に国連地球サミットが開催され、国連加盟国172カ国がリオ・デ・ジャネイロで一堂に会した。これまで局所的な問題ととらえられがちであった環境問題が、地球規模の課題であるとの認識が高まる中、生物多様性の劣化を食い止めることを目的とした“生物多様性条約”が採択され、世界の国々がこれに批准した。この条約は次の3つの骨子から成り立っており、人間による資源の持続的利用を容認しつつ、生態系の保護を進める主旨となっている。

- (1) 生きものを環境とともに保全すること
- (2) 資源を持続可能(元本を減らさぬよう)に利用すること
- (3) 遺伝子資源による利益を公平に配分(資金力のある先進国と豊富な資源を持つ資源国との間で)すること

3. 三菱電機グループの取り組み

3.1 COP10と三菱電機グループの生物多様性行動指針

生物多様性条約が発効した1992年から18年を経た2010年に、生物多様性条約に関する10回目の国際会議COP10が名古屋で開催された。COP10は、条約採択後の成果を振り返り、今後の枠組みを見直す重要な位置づけであった。また国内各組織に対し生物多様性に対する具体的アクションを促す好機となった。2009年に(社)日本経済団体連合会が生物多様性宣言を発表⁽¹⁾し、経済界を挙げて持続可能な社会の構築のため、生物多様性を十分に配慮し、行動していくことを宣言した。当社グループはこれに対応して、グループ環境方針の付属書となる“生物多様性行動指針”を2010年5月18日に制定した。

当社グループの“生物多様性行動指針”的な考え方には、環境への取り組みの上位概念が生物多様性への配慮であり、すべての環境活動は、生物多様性に配慮し、与える影響を緩和するためにあるということである。“資源と調達”“設計”“製造と輸送”“販売と使用、保守”“回収とリサイクル”とそれぞれの立場で実現すべき影響緩和を例示し、事業活動を、生物多様性にどのようにかかわっているか理解しつつ進めていくことを定めている。

3.2 企業活動が生物多様性に与える影響

企業活動が生物多様性に与える影響には様々なものがある。各々の活動の当面の目標の先には生物多様性に対する

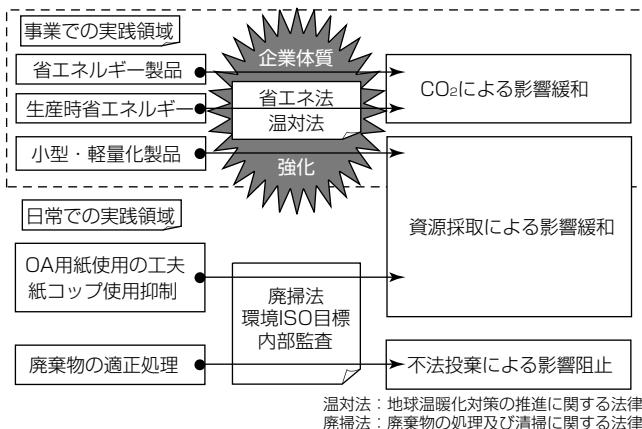


図1. 事業活動と生物多様性のかかわりの身近な例

影響があり、これを正しく認識することが、影響緩和の第一歩となる。図1にその例を挙げる。

省エネルギーを図った製品の市場要求は強く、事業力強化、収益向上につながる。しかしその効果は事業面での優位性に留まらず、生態系への影響を考えれば、過去の製品を更新することでCO₂による影響を間接的に緩和するものといえる。一方、オフィス業務で日々取り組む、OA(Office Automation)用紙使用削減や廃棄物の適正処理等で満たすべきものは、環境ISO(International Organization for Standardization)の改善目標や廃掃法であろう。しかし適正な環境活動の先には、不法投棄による生きものの生息地への影響阻止や、資源採取抑制による影響緩和がある。

このように、それぞれの事業活動を、生態系とどのようにかかわっているのか配慮して進めていくことが、“生物多様性行動指針”的要求事項である。

4. 生物多様性の理解に向けた“環境マインド”的育成

事業活動が、生態系にどのように影響を与えていたかの理解を深める“環境マインド”育成活動について述べる。

4.1 環境活動における“環境マインド”的位置づけ

環境ビジョン2021に掲げる、“環境マインド”とは、“低炭素社会の実現”と“循環型社会の形成”に寄与する活動を促進するものである。例えば、設計部門で、製品の性能を改善し、従来製品を凌駕(りょうが)する省エネルギー性を実現しようとするとき、目標値をクリアすることのみならず、CO₂発生による生態系への影響に思いが及べば、おのずから目標達成に熱が入る。また、“この製品が捨てられたとき、生態系に悪影響はないだろうか”また、“販売目標達成とともに、世の中の省エネルギー、CO₂削減を実感”等、各々の立場で自らの活動が生態系へ与える影響を積極的に考える好循環を生み出す。

働く仲間、生活をともにする親子、また地域の人々が、自然の中で共通の体験をすることで、人間が自然に与える



図2. みつびしでんき野外教室と里山保全プロジェクト

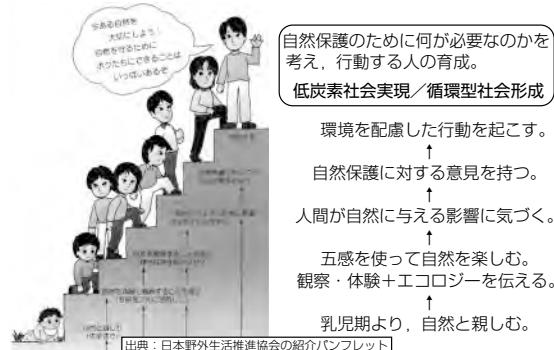


図3.“環境マインド”育成による意識の変化

影響に気づき、自分の業務に照らし環境改善の要素を見いだしていくことが“環境マインド”であると考えている。

4.2 三菱電機グループの“環境マインド”育成活動

各自の行動を、環境にとってより良いものに変えていく“環境マインド”的育成をねらい、目下2つの活動を体系化している。一つは“みつびしでんき野外教室”，もう一つは“里山保全プロジェクト”である(図2)。

4.2.1 “みつびしでんき野外教室”

森林や河原、公園、海岸といった事業所周辺の身近な自然を“教室”に見立て、社員とその家族、地域の人々が、ともに自然を体感するものである。教室の企画、運営は共通の研修を受けた有志の社員が担う。自治体、地域有識者、環境NPO(NonProfit Organization)の方々にアドバイスをいただきながら、自らが感じた自然の面白さを教室の参加者に伝えている。

4.2.2 “里山保全プロジェクト”

社員が地域の理解の基、事業所周辺の森林、河川等、身近な自然を回復する活動である。人と自然の相互作用で形成された里山は、手入れ不足によって劣化しており、保全・再生が急務となっている。多様な生命をはぐくみ、様々な恵みを与えてくれる自然へ“恩返し”するとともに、事業所周辺地域に貢献することをねらいとしている。

4.3 “環境マインド”育成活動による意識の変化

4.2節で述べた“環境マインド”育成活動には、段階的に個人の意識を変化させる効果がある(図3)。

乳幼児から青年に成長する人間は、時系列的に発生する変



図4. 水と三菱電機のつながりMAP



図5. 三菱電機と水と生きものつながり体感ブック

化の象徴である。変化は、自然の中へ出かけ、自然と親しむことから始まる⁽²⁾。そして五感を使って楽しむことで、自然を理解し、生きもの相互のつながりに気づいていく。次に訪れる大きな意識の変化が、人間が自然に与える影響に気づくことである。この体験を通じ、自然に対する意見を持ち、自発的に環境に配慮した行動を起こす気持ちが強まっていく。

“環境マインド”育成活動は主催者、参加者相互に現場で意識変化をもたらす。次にその例を挙げる。

(1) 富士山育林ボランティア

自然の中で汗を流す爽快感を実感した参加者は、回を重ねるごとに、自らが植えた若木の生育が気にかかるようになった。さらに、移動のバスが燃料を使用することによって発生するCO₂の量と、育林によって吸収しうるCO₂の量との関係に目が留まった。運営側との協議の結果、バスの燃料を、CO₂発生量がゼロであるとみなされる使用済みでんぶら油由來のものに変更した。

(2) 川原での野外教室と清掃活動

恒例の清掃活動に際し、子どもたちにその前の時間に集合してもらい、野外教室を実施した。キノコやミミズの作用で草木が土に還(かえ)る様を学んだ子どもたちは、清掃作業で土に還らぬプラスチックなどを的確に見つけ、それを楽しみながら拾い集めた。環境活動というとまず挙がるのがごみ拾いであるが、その必然性を感じると、自ら進んで行うようになる。

(3) 野外教室で開化したリサイクル活動

幼稚園時代に野外教室に参加し、小学校2年生になった子どもが、家からごみを出すときにきちんと分別をしようと家族に呼びかけているとのことである。野外教室で、公園で朽ちた切り株を観察した際、木は土に還り、傍(そば)に落ちていたビニールも捨てずに集めればまた使えることを知ったのがきっかけであったそうである。

4.4 地域生態系の理解に努める事業所での活動

4.2節で述べた“環境マインド”育成活動のほかに、当社の事業所では地域の生態系や自然環境との関連を再認識し、新たに取り組むべき課題を探る活動がある。次の中部地区事業所で実施した事例について述べる。



図6. 稲沢製作所内の“生きもの図鑑”

当社の中部支社、稻沢製作所、中津川製作所、名古屋製作所は濃尾平野を流れる河川沿いに点在する。地形を踏まえ地域の自然を見直すために、地元の有識者と専門家の協力のもと実施した生きものの観察について結果をまとめた(図4～図6)。

見慣れた敷地内に約60種類もの生きものが確認できたのは驚きであり、環境管理の重要性を再認識した。また、一般的に工場による土地利用は生物多様性に対してマイナスの影響を与える印象があるが、緑地の維持を通して、開発が進んだ周囲地域に対し、より自然に近い状況を維持できる可能性が見えた。これは今後の工場敷地管理における大いなるヒントとなった。また、緑化では地域の固有種に留意するなど、重要な気づきも生まれた。

5. むすび

自然の摂理の理解はもとより、それによって生じた意識変化を主催者、参加者が共有することで、業務を通じて“低炭素社会の実現”“循環型社会の形成”へどのように寄していくべきか、考え方行動していくきっかけを作ることが“環境マインド”育成活動の目指すところである。当社グループの事業範囲同様、社員が“環境マインド”育成活動を行う意義とその影響を及ぼす範囲は広きに及ぶ。

生物多様性を理解し、“環境マインド”を育成することで、エネルギー消費や資源利用を抑制しうる製品・サービスが世の中で貢献していくチャンスが増えていくであろう。また、環境活動の原点である公害防止の意識をより強固にする。

生物多様性の理解と、“環境マインド”育成を継続することで、製造業を営む企業市民として果たすべき役割を明確に認識し、実行していきたい。

参考文献

- (1) 日本経済団体連合会：日本経団連生物多様性宣言、生物多様性宣言 行動指針とその手引き（2009）
- (2) 日本野外生活推進協会：自然の中へ出かけよう（1997）